دراسة عن

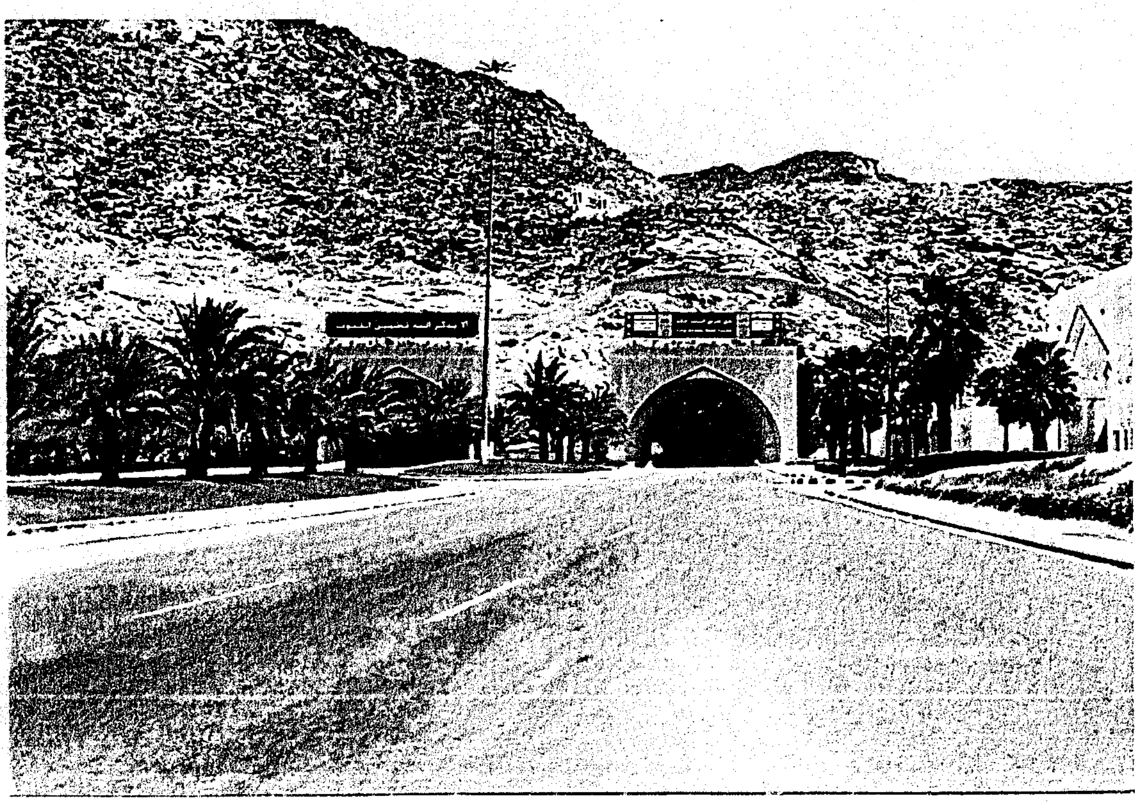
تقليل معدلات تلوث الهواء والتلوث السمعي

لمنطقة الأنفاق بمكة المكرمة

موسم حج ١٤٢٠هـ

معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج

جامعة أم القرى



د/ عبد المنان بن عبد الحميد ساعاتي

د/ محمود بن عبد الوهاب شاهين

دراسة عن
تقليل معدلات تلوث الهواء والتلوث السمعي
لمنطقة الأنفاق بمكة المكرمة

موسم حج ١٤٢٠هـ

تقرير نهائي

معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج
جامعة أم القرى

اسم المشروع : دراسة تقليل معدلات تلوث الهواء والتلوث السمعي لمنطقة الأنفـــاق بمنطقـــة مكة المكرمة

الجهة المنفذة : قسم الهندسة الميكانيكية كلية الهندسة والعمارة الإسلامية جامعة أم القرى

الباحث الرئيسي : د/ عبد المنان بن عبد الحميد ساعاتي
قسم الهندسة الميكانيكية ــ كلية الهندسة والعمارة الإسلامية ــ جامعة أم القرى
الباحث المشارك : د/ محمود بن عبد الوهاب شاهين
قسم الهندسة الميكانيكية ــ كلية الهندسة والعمارة الإسلامية ــ جامعة أم القرى

دراسة عن
تقليل معدلات تلوث الهواء والتلوث السمعي
لمنطقة الأنفاق بمكة المكرمة

موسم حج ١٤٢٠هـ

تقرير نهائي

معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج
جامعة أم القرى

اسم المشروع : دراسة تقليل معدلات تلوث الهواء والتلوث السمعي لمنطقة الأنفاق بمنطقة مكة المكرمة

الجهة المنفذة : قسم الهندسة الميكانيكية كلية الهندسة والعمارة الإسلامية جامعة أم القرى

الباحث الرئيسي : د/ عبد المنان بن عبد الحميد ساعاتي
قسم الهندسة الميكانيكية ــ كلية الهندسة والعمارة الإسلامية ــ جامعة أم القرى
الباحث المشارك : د/ محمود بن عبد الوهاب شاهين
قسم الهندسة الميكانيكية ــ كلية الهندسة والعمارة الإسلامية ــ جامعة أم القرى

شكر وتقدير

الباحث الرئيسي والباحث المشارك يتقدمون بخالص الشكر والعرفان والتقدير لمعهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج جامعة أم القرى لتبنيهما سياسة دعم وتمويل عدد من المشاريع البحثية من أجل راحة حجيج بيت الله الحرام ورفع مستوى الخدمات ونخص بالشكر أصحاب السعادة عميد المعهد ورؤساء الأقسام على كل الدعم والمساعدة في تسهيل مهمة الفريق البحثي ويأمل الفريق البحثي أن يكون جهودهم ودراستهم هذه إسهاما حقيقيا من أجل راحة وخدمة حجيج بيت الله الحرام وينوه الفريق البحثي بالتعاون الصادق الذي قدمته إدارة معهد خادم الحرمين الشريفين لأبحاث الحج فلهم جزيل الشكر والعرفان.

وينوه الباحثان بالتعاون الصادق الذي قدمته رجال الشرطة خلال تلك الدراسة فلهم جزيل الشكر والعرفان .

المحتويات

	رقم الصفحة
شكر وتقدير	٢
المحتويات	٣
قائمة الأشكال	٤
قائمة الجداول	١٠
الباب الأول : مقدمة	١١
١-١ أهداف البحث	١١
١-٢ خطة العمل	١١
الباب الثاني : مشاكل تلوث البيئية	١٣
٢-١ مقدمة	١٣
٢-٢ كيفية حماية البيئة من التلوث	١٥
٢-٣ التأثيرات البيئية لبعض الملوثات الغازية	١٦
٢-٤ حرق القمامة والمخلفات	١٧
الباب الثالث : معدات وأجهزة القياس	١٩
٣-١ مقدمة	١٩
٣-٢ قياس درجات الحرارة	١٩
٣-٣ قياس فرق الضغط	٢١
٣-٤ أجهزة قياس معدل انسياب الموائع	٢١
الباب الرابع : الدراســـــة الميدانيـــــة	٣٣
٤-١ نبذة عن الأنفاق	٣٣
٤-٢ الهدف من الدراسة	٣٤
٤-٣ خطة البحث	٣٤
٤-٤ نتائج الدراسة وتحليلها	٣٥
الباب الخامس : التوصيات	٩١
المراجـــــع:	٩٢

قائمة الأشكال

الشكل		الصفحة
٣-١	مانوميتر أنبوبي على شكل حرف U	٢٤
٣-٢	مانوميتر أنبوبي صناعي على شكل حرف U	٢٤
٣-٣	المانومتر المائل	٢٤
٣-٤	الميكرو مانوميتر	٢٥
٣-٥	مقياس الضغط الحلقي ذو الوزن المقابل	٢٥
٣-٦	مقياس بوردون	٢٥
٣-٧	طريقة تكبير حركة أنبوبة بوردن	٢٥
٣-٨	القرص ذو الفوهة الحادة	٢٦
٣-٩	رسم تخطيطي للفنشوري	٢٦
٣-١٠	المنفث (البوق)	٢٦
٣-١١	الفكرة الأساسية لأنبوبة بيتوت	٢٧
٣-١٢	تصميمان مختلفان لأنبوبة بيتوت	٢٧
٣-١٣	رسم تخطيطي للروتاميتر و القوى المؤثرة على عوامة الروتاميتر	٢٨
٣-١٤	روتاميتر لقياس تدفق الموائع ذات الضغوط المرتفعة	٢٨
٣-١٥	الاجزاء المختلفة لجهاز التدفق التربينى	٢٩
٣-١٦	يوضح جهاز مقياس $CO, CO_2 \& O_2$	٣٠
٣-١٧	يوضح جهاز مقياس SO, NO	٣٠
٣-١٨	يوضح جهاز مقياس $T, CO, CO_2, q \& V$	٣١
٣-١٩	يوضح جهاز مقياس $q \& V$	٣١
٣-٢٠	يوضح جهاز مقياس $T, RW, q \& V$	٣٢
٣-٢١	يوضح جهاز مقياس dBA	٣٢
٤-١	يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وايضا الوقت	٤٦
٤-٢	يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٤٦
٤-٣	يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٤٦
٤-٤	يوضح توزيع أول اكسيد الكربون وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٤٧

قائمة الأشكال

الشكل		الصفحة
٤–٥	يوضح توزيع ثاني اكسيد الكبريت وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٤٧
٤–٦	يوضح توزيع نسبة الأكسجين على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٤٧
٤–٧	يوضح توزيع ثاني اكسيد النترجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٤٨
٤–٨	يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٤٨
٤–٩	يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وايضا الوقت	٤٩
٤–١٠	يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٤٩
٤–١١	يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٤٩
٤–١٢	يوضح توزيع نسبة الأكسجين على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥٠
٤–١٣	يوضح توزيع ثاني اكسيد النترجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥٠
٤–١٤	يوضح توزيع أول اكسيد الكربون وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥٠
٤–١٥	يوضح توزيع ثاني اكسيد الكبريت وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥١
٤–١٦	يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥١
٤–١٧	يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وايضا الوقت	٥٢
٤–١٨	يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥٢
٤–١٩	يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥٢
٤–٢٠	يوضح توزيع نسبة الأكسجين على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥٣
٤–٢١	يوضح توزيع ثاني اكسيد النترجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥٣
٤–٢٢	يوضح توزيع أول اكسيد الكربون وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥٣
٤–٢٣	يوضح توزيع ثاني اكسيد الكبريت وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥٤
٤–٢٤	يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥٤
٤–٢٥	يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وايضا الوقت	٥٥
٤–٢٦	يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥٥

قائمة الأشكال

الشكل		الصفحة
٤-٢٧	يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥٥
٤-٢٨	يوضح توزيع نسبة الأكسجين على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥٦
٤-٢٩	يوضح توزيع ثاني اكسيد النترجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥٦
٤-٣٠	يوضح توزيع أول اكسيد الكربون وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥٦
٤-٣١	يوضح توزيع ثاني اكسيد الكبريت وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥٧
٤-٣٢	يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥٧
٤-٣٣	يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وايضا الوقت	٥٨
٤-٣٤	يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥٨
٤-٣٥	يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥٨
٤-٣٦	يوضح توزيع نسبة الأكسجين على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥٩
٤-٣٧	يوضح توزيع ثاني اكسيد النترجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥٩
٤-٣٨	يوضح توزيع أول اكسيد الكربون وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٥٩
٤-٣٩	يوضح توزيع ثاني اكسيد الكبريت وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦٠
٤-٤٠	يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦٠
٤-٤١	يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وايضا الوقت	٦١
٤-٤٢	يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦١
٤-٤٣	يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦١
٤-٤٤	يوضح توزيع نسبة الأكسجين على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦٢
٤-٤٥	يوضح توزيع ثاني اكسيد النترجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦٢
٤-٤٦	يوضح توزيع أول اكسيد الكربون وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦٢
٤-٤٧	يوضح توزيع ثاني اكسيد الكبريت وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦٣
٤-٤٨	يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦٣

قائمة الأشكال

الشكل		الصفحة
٤-٤٩	يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وايضا الوقت	٦٤
٤-٥٠	يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦٤
٤-٥١	يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦٤
٤-٥٢	يوضح توزيع نسبة الأكسجين على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦٥
٤-٥٣	يوضح توزيع ثاني اكسيد النترجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦٥
٤-٥٤	يوضح توزيع أول اكسيد الكربون وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦٥
٤-٥٥	يوضح توزيع ثاني اكسيد الكبريت وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦٦
٤-٥٦	يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦٦
٤-٥٧	يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وايضا الوقت	٦٧
٤-٥٨	يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦٧
٤-٥٩	يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦٧
٤-٦٠	يوضح توزيع نسبة الأكسجين على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦٨
٤-٦١	يوضح توزيع ثاني اكسيد النترجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦٨
٤-٦٢	يوضح توزيع أول اكسيد الكربون وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦٨
٤-٦٣	يوضح توزيع ثاني اكسيد الكبريت وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦٩
٤-٦٤	يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٦٩
٤-٦٥	يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وايضا الوقت	٧٠
٤-٦٦	يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧٠
٤-٦٧	يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧٠
٤-٦٨	يوضح توزيع نسبة الأكسجين على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧١
٤-٦٩	يوضح توزيع ثاني اكسيد النترجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧١
٤-٧٠	يوضح توزيع أول اكسيد الكربون وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧١

قائمة الأشكال

الشكل | | الصفحة

الشكل		الصفحة
٤-٧١	يوضح توزيع ثاني اكسيد الكبريت وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧٢
٤-٧٢	يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧٢
٤-٧٣	يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وايضا الوقت	٧٣
٤-٧٤	يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧٣
٤-٧٥	يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧٣
٤-٧٦	يوضح توزيع نسبة الأكسجين على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧٤
٤-٧٧	يوضح توزيع ثاني اكسيد النترجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧٤
٤-٧٨	يوضح توزيع أول اكسيد الكربون وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧٤
٤-٧٩	يوضح توزيع ثاني اكسيد الكبريت وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧٥
٤-٨٠	يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧٥
٤-٨١	يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وايضا الوقت	٧٦
٤-٨٢	يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧٦
٤-٨٣	يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧٦
٤-٨٤	يوضح توزيع نسبة الأكسجين على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧٧
٤-٨٥	يوضح توزيع ثاني اكسيد النترجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧٧
٤-٨٦	يوضح توزيع أول اكسيد الكربون وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧٧
٤-٨٧	يوضح توزيع ثاني اكسيد الكبريت وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧٨
٤-٨٨	يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧٨
٤-٨٩	يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وايضا الوقت	٧٩
٤-٩٠	يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧٩
٤-٩١	يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٧٩
٤-٩٢	يوضح توزيع نسبة الأكسجين على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨٠

قائمة الأشكال

الشكل		الصفحة
٤-٩٣	يوضح توزيع ثاني اكسيد النترجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨٠
٤-٩٤	يوضح توزيع أول اكسيد الكربون وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨٠
٤-٩٥	يوضح توزيع ثاني اكسيد الكبريت وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨١
٤-٩٦	يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨١
٤-٩٧	يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وايضا الوقت	٨٢
٤-٩٨	يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨٢
٤-٩٩	يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨٢
٤-١٠٠	يوضح توزيع نسبة الأكسجين على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨٣
٤-١٠١	يوضح توزيع ثاني اكسيد النترجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨٣
٤-١٠٢	يوضح توزيع أول اكسيد الكربون وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨٣
٤-١٠٣	يوضح توزيع ثاني اكسيد الكبريت وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨٤
٤-١٠٤	يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨٤
٤-١٠٥	يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وايضا الوقت	٨٥
٤-١٠٦	يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨٥
٤-١٠٧	يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨٥
٤-١٠٨	يوضح توزيع نسبة الأكسجين على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨٦
٤-١٠٩	يوضح توزيع ثاني اكسيد النترجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨٦
٤-١١٠	يوضح توزيع أول اكسيد الكربون وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨٦
٤-١١١	يوضح توزيع ثاني اكسيد الكبريت وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨٧
٤-١١٢	يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨٧
٤-١١٣	يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وايضا الوقت	٨٨

قائمة الأشكال

الشكل		الصفحة
٤-١١٤	يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بـالداخل وأيضا الوقت	٨٨
٤-١١٥	يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨٨
٤-١١٦	يوضح توزيع نسبة الأكسجين على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨٩
٤-١١٧	يوضح توزيع ثاني اكسيد النترجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨٩
٤-١١٨	يوضح توزيع أول اكسيد الكربون وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٨٩
٤-١١٩	يوضح توزيع ثاني اكسيد الكبريت وسرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٩٠
٤-١٢٠	يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضا الوقت	٩٠

قائمة الجداول

الجدول		الصفحة
٣-١	يبين الثابت الزمني للأقطار المختلفة للازدواجات الحرارية للماء والهواء	٢٠
٣-٢	يبين المدى والدقة في قياس درجات الحرارة لبعض طرق قياس	٢٠
٣-٣	يوضح بعض أجهزة القياس	٢٣
٣-٤	طرق قياس انسياب الموائع	٢٣

الباب الأول

مقدمـــــــــــــــة

الموقع الجغرافي لمدينة مكة المكرمة وكون أن أغلبها يقع بين سلاسل مـــن الجبـــال متباينـــة الارتفاع كما تعبرها ثلاث أودية أهمها وادي إبراهيم و حيث ان هذه الأودية كبيرة تقلـــل مـــن حركة الهواء وبالتالي تبقى الملوثات محصورة في منطقة واحدة ، كل تلك العوامـــل تدعونـــا لمزيد من الدراسات الدقيقة حول طبيعة الملوثات الصادرة في منطقة مكة المكرمة وخصوصـــا في منطقة الأنفاق حيث تعتبر من المناطق المغلقة من ناحية التهوية الطبيعية، و تكدس المشـــاة بها والسيارات ومحاولة تقليلها ووضع الضوابط العلمية والقوانين التي تؤدي إلـــى انخفـــاض مستوى تلوث الهواء والتلوث السمعي للمحافظة على صحة الناس والحجيج، ونظرا لانتشـــار كثير من الأنفاق حيث يبلغ عددها ٤٥نفق منتشرة في جميع أنحاء مكة ، ومما ســـبق وبنـــاءا على دراسات سابقة تم اختيار نفق الملك خالد ونفق السوق الصغير لتطبيق تلك الدراسة.

١-١ أهداف البحث :

١ - حصر وتقييم الدراسات والمشروعات التي سبق تنفيذها واستخلاص أهم الإنجازات التـــي خلصت إليها في توصيف المشكلة والحلول التقنية المقترحة.

٢ - القيام بدراسة ميدانية لمصادر التلوث الهوائي والتلوث السمعي في منطقة الأنفـــاق وأخـــذ نفقين من الأنفاق كمثال للدراسة وليكن نفق الملك خالد و نفق السوق الصغير(أنفاق جبل القلعـــة و أنفاق اجيـــاد)

٣ - مقارنة القياسات التي تمت بالمقاييس العالمية والمحلية (مقارنتها بالحد المسموح به).

٤ - تحليل النتائج.

٥ - إعداد التقرير النهائي و إقتراح التوصيات العلمية التي من شـــأنها التقليـــل مـــن تركـــيز الملوثات ومنع تراكمها داخل النفق.

١-٢ خطـــة العمل:

١- تم حصر الدراسات والمشروعات المتعلقـــة بالأنفـــاق التـــي ســـبق تنفيذهـــا واستخلاص أهم الإنجازات التي خلصت إليها في توصيف المشكلة والحلـــول المقترحة.

٢- تم التأكد من سلامة أجهزة القياسات وتمت معايرتها وهي أجهزة لقياس أول أكسيد الكربون , ثاني أكسيد الكبريت , الأكسجين, ثاني أكسيد النتروجين وأجهزة قياس درجات الحرارة والرطوبة والضغط الجوي وقياس شدة الضوضاء.

٣- تم اختيار نفق الملك خالد ونفق السوق الصغير لتلك الدراسة وتم تحديد أماكن القياسات داخل الأنفاق على النحو التالي:

ا- تم تحديد ٢١موقع قياس داخل نفق الملك خالد في المسار من العزيزية إلى منى – وتم تحديد ١٠ مواقع قياس في المسار من منى إلى العريزية.

ب- تم تحديد ٤١موقع قياس داخل نفق السوق الصغير ذهاب واياب .

٤- وتحديد الأيام والأوقات الأكثر ازدحاما لإجراء القياسات اللازمة لتطبيق الدراسة.

٥- بدأت الدراسة يوم ٥/١٢/١٤٢٠هـ وهي كالتالي:

* يوم ٥ / ١٢ / ١٤٢٠هـ كانت الدراسة في نفق الملك خالد.
* يوم ٦ / ١٢ / ١٤٢٠هـ كانت الدراسة في نفق السوق الصغير.
* يوم ٧/ ١٢ / ١٤٢٠هـ كانت الدراسة في نفق الملك خالد.
* يوم ٨ / ١٢ / ١٤٢٠هـ كانت الدراسة في نفق الملك خالد.
* يوم ١٠ / ١٢ / ١٤٢٠هـ كانت الدراسة في نفق السوق الصغير.
* يوم ١١ / ١٢ / ١٤٢٠هـ كانت الدراسة في نفق الملك خالد.
* يوم ١٢ / ١٢ / ١٤٢٠هـ كانت الدراسة في نفق الملك خالد.
* يوم ١٣ / ١٢ / ١٤٢٠هـ كانت الدراسة في نفق السوق الصغير.
* يوم ١٧ / ٢ / ١٤٢١هـ كانت الدراسة في نفق السوق الصغير.

٦- تم قياس تركيز غاز أول أكسيد الكربون , ثاني أكسيد الكبريت , ثاني أكسيد النتروجين , ونسبة الأكسجين و درجات الحرارة وسرعة الهواء ومعدل تدفقه ودرجات الندى وشدة الضوضاء داخل النفق.

٧- تحليل النتائج.

٨- اقتراح التقنيات المناسبة لتقليل معدلات التلوث الهوائي والتلوث السمعي داخل النفق.

الباث الثاني

مشاكل التلوث البيئي

٢-١ مقدمة :

هل تعلم أن ملوثات الهواء قد تكون صلبة مثل الكربون والرماد وبعض المعادن وقد تكون سائلة مثل أبخرة المياه والزيوت والشحوم وقد تكون مثل: أكسيد الكربون والنتروجين والكبريت بالإضافة إلى ملوثات الاشعاع و الضوضاء. ان الهواء النقي هو الذي لا يحوي لونا أو طعما أو رائحة ويتكون حجمه من ٨٠ % من النتروجين والباقي أكسجين و لاتزيد نسبة الاكاسيد (كبريت-نتروجين-كربون) عن ٢ % من حجمه. فالتلوث البيئي سواء كان طبيعيا أو من صنع الإنسان له تأثيراته الضارة على كل أنواع الحياة والمخلوقات على ظهر الأرض ويرجع ذلك إلى

---

١ - مشاكل تتصل بالأحوال الطبيعية كالعوامل المناخية حيث تسقط الأتربة والغبار والتي تكون في مستوى التنفس لها تأثير سلبي على الصحة وخاصة الطفل من جهتين أحدهما التأثير الفيزيائي والأخر يعتمد على التركيب الكيمائي له ومن أهم الأمراض الالتهابات المزمنة في الرئتين ونزلات البرد والربو والحساسية بالصدر.

٢- تلوث البيئة بسبب العوامل الكيمائية

التطور الصناعي وما يفرز من مخلفات تنطلق إلى الهواء تؤدي الى الاذاء بمعظم أجهزة الجسم البشرى مثل الصدر والقلب والجهاز العصبي والكبد.

٣- تلوث بسبب العوامل الفيزيائية: مثل الضوضاء والإشعاع فلقد ثبت أن تلوث البيئة بالضوضاء ينتج عنه تأثيرات تشمل ارتفاع ضغط الدم وكذلك تغيرات في الوظائف النفسية مثل عدم التركيز والعصبية الزائدة أما الإشعاع فان له تأثيرات مثل التشوهات الخلقية وأمراض سرطانية.

٤- وسائل النقل والمواصلات: التي تستخدم البنزين والسولار (الديزل) وتقدر غازات العادم التي تخرج إلى الأجواء بكميات تصل إلى آلاف الأطنان ومن أشدها خطورة تلك المركبات التي تستخدم البنزين الذي يضاف إلية مركبات الرصاص لزيادة معدل الاحتراق والمعروف أن عنصر الرصاص عندما يصل تركيزه الى نسبة معينة بجسم الإنسان يحدث تسمم بالدم وتؤثر على معدلات الذكاء بالإضافة إلي النزلات الشعبية للأطفال الذين يتعرضون لعادم السيارات.

وسوف نلقي الضوء على بعض الملوثات حتى نحدد أبعادها ومصادرها وأثرها على الصحة العامة.

أولا ــ الملوثات الكيميائية :

وهي المواد الناتجة من احتراق وقود السيارات المارة علاوة على الغازات المتصاعدة من المحارق المستخدمة في حرق مخلفات الأضاحي والأجسام الصلبة ومن هذه الملوثات :

١ ــ غاز أول أكسيد الكربون :

ينمو هذا الغاز مع هيموجلوبين الدم بسرعة أكثر من ٢٠٠ سرعة اتحاد الأكسجين مع الدم وبذلك يتعطل نقل الأكسجين بالدم ، وعند وجود التركيزات المنخفضة من هذا يتسبب في وجود صداع ودوران وعدم وضوح الرؤية للشخص أما عند التركيزات المرتفعة فقد يتسبب في عملية تسمم كامل للفرد وموته .

٢ ــ غاز ثاني أكسيد الكربون :

ومصدره عوادم السيارات ونواتج الحرق المتصاعدة من المحارق وتنفس الإنسان والحيوان ويؤخذ كمؤشر على مدى تلوث المنطقة بمختلف الملوثات .

٣ ــ غاز ثاني أكسيد الكبريت :

وهو من نواتج الاحتراق لوقود السيارات وكذلك يتصاعد أثناء حرق المخلفات من المحارق بالمجازر ويتسبب هذا الغاز في ضيق التنفس ورائحة نفاذه وحساسية في الصدر .

٤ ــ غاز ثاني أكسيد النتروجين :

ينتج من نفس المصادر لغاز ثاني الكبريت . ويتسبب في ضيق التنفس وحساسية في الصدر .

٥ ــ غاز الأوزون :

يتكون هذا الغاز من تفاعل كيمو ضوئي للغازات الناتجة من عوادم السيارات تحت أشعة الشمس ويتسبب وجود هذا الغاز في الحساسية والتهاب الصدر والشعب الهوائية ووجوده بتركيزات معينة قد يكون مفيدا في قتل العديد من الميكروبات الموجودة بالجو .

٦ ــ غاز الأمونيا :

وينتج من تحلل المواد العضوية الناتجة من مخلفات الإنسان والحيوان سواء الصلبة أو السائلة ويسبب في وجود روائح كريهة وحساسية .

٧ ــ غاز كبريتيد النيتروجين :

يتصاعد عند تحلل المواد العضوية المختلفة تحت الظروف اللاهوائية ويسبب وجود روائح كريهة جدا وحساسية .

٨ ــ الأتربة :

وهي المتصاعدة من حركة ا لهواء والسيارات أو الحجاج في الوادي ويتسبب تصاعد هذه الأتربة في ضيق التنفس وحساسية في الصدر بجانب إنها من عوامل الاتساخ .

ثانيا ــ الملوثات الفيزيائية :

وهو وجود ضوضاء شديدة ناتجة من استعمال آلات التنبيه لسيارات الأسعاف والشرطة والمطافي وعلاوة على أصوات مكبرات الصوت المستخدمة بواسطة الأفراد والهيئات علاوة على الضوضاء الناتجة من الطائرات العمودية . يؤدي هذا كله إلى توتر في الأعصاب ومضايقات قد تؤثر على السمع لكبار السن وكذلك عدم النوم والتركيز .

٢-٢ كيفية حماية البيئة من التلوث :

كيفية حماية البيئة الهوائية من التلوث:-

لا يجوز استخدام آلات او محركات ينتج عنها عادم تجاوز مكوناته <u>الحد القصوى</u>

أولا:

أول أكسيد الكربون	٧ % بالحجم عن ألسرعات الخاملة (٦٠٠-٩٠٠ لفة/دقيقة)
هيدرو كربون غير محترق	١٠٠٠ جزء في المليون عن ألسرعات الخاملة (٦٠٠-٩٠٠ لفة/دقيقة)
الدخان	٦٥% درجة

ثانيا: الحدود القصوى للانبعاث من مصادر حرق الوقود.

الحد الأقصى المسموح به

ثاني أكسيد الكبريت	القديم :	٤٠٠٠ مليغرام/م٣
	جديد :	٢٥٠٠ مليغرام/م ٣
أول أكسيد الكربون	القديم :	٤٠٠٠ مليغرام/م٣
	جديد :	٢٥٠٠ مليغرام/م ٣

ثالثا : الحدود القصوى لملوثات الهواء الخارجي.

	الحد الأقصى	مدة التعرض
أول أكسيد الكربون	٣٠مليغرام/م ٣	ساعة
	١٠مليغرام/م ٣	٨ ساعات

ثاني أكسيد النتروجين	٤٠٠ميكروغرام /م٣	ساعة
	١٥٠ميكروغرام/م٣	٢٤ ساعة
ثاني أكسيد الكبريت	٣٥٠ميكروغرام/م٣	ساعة
	١٥٠ميكروغرام/م٣	٢٤ ساعة
	٦٠ميكروغرام/م٣	سنة
الرصاص	١ميكروغرام/م٣	سنة

رابعا: الحدود المسموح بها لشدة الصوت ومدة التعرض الآمن.

- يجب ألا تزيد شدة الضوضاء عن ٩٠ديسبل خلال العمل اليومي٨ ساعات في حالة ارتفاع منسوب شدة الضوضاء المكافئة عن ٩٠ديسيبل dBA يجب تقليل مدة التعرض.

منسوب شدة الضوضاء	٩٥	١٠٠	١٠٥	١١٠	١١٥
مدة التعرض (ساعة)	٤	٢	١	٠.٥	٠.٢٥

- يجب ألا يتجاوز منسوب شدة الضوضاء اللحظي خلال فترة العمل عن ١٣٥ديسيبل

ملحوظة:-

المستوى ٧٥ – ٨٥ تسمى الدرجات المريحة

المستوى ٩٤ تسمى درجة إزعاج

خامسا: الحد الأقصى والحد الأدنى لكل من درجات الحرارة والرطوبة ومدة التعرض لها.

نوعية العمل	سرعة الهواء منخفضة	سرعة الهواء مرتفعة
عمل ضعيف	٣٠م°	٣٢.٣م°
عمل متوسط	٢٧،٨م°	٣٠.٥م°
عمل شاق	٢٦.١م°	٢٨.٦م°

٢-٣ التأثيرات البيئية لبعض الملوثات الغازية:-

	الملوثات الغازية	مصدر الانبعاث	التأثير
١ –	ثاني أكسيد الكبريت	– حتراق الوقود	– يؤثر تأثير ضار على الجهاز التنفسي للإنسان مؤديا إلى الإصابة بالأمراض

		- صهر المعادن التي تحتوي على شوائب كبريتية - بعض العمليات الصناعية - البراكين بفعل الطبيعة	الصدرية أو زيادة حدتها. كذا يؤثر على الأوعية و يؤدى إلى تهيج أغشيتها. - له تأثير ضارا على النباتات - يؤدي إلى تكون الأمطار الحمضية - له تأثير ضارا على المباني و المعادن و المنسوجات و الجلود والأسلاك الكهربية
٢ -	ثالث اكسيد الكبريت	- صناعة حمض الكبريت - إحراق الوقود	- تأثير سلبي على الجهاز التنفسي - أحجار البناء (التأكل)
٣ -	اول اكسيد الكربون	- عادم السيارات - عمليات الاحتراق	- تأثير سام. - يؤثر على الصحة ويسبب في الشعور بالكسل والصداع.
٤ -	اكاسيد النتروجين	- عادم السيارات - عمليات الاحتراق	- يؤثر سلبيا على الجهاز التنفسي للإنسان مما يؤدي إلى زيادة حدة الإصابة بالأمراض الصدرية. - كما يؤثر على عمليات نقل الاكسجين في الدم.
٥ -	الهيدرو كربونات	- عادم السيارات - عمليات الاحتراق	- تسبب السرطان.

٢-٤ حرق القمامة والمخلفات :

١ ـ يحظر نهائيا حرق المخلفات بالمناطق السكنية أو ا لصناعية ويتم الحرق في محارق خاصة يراعى فيها مايلي :

أ ـ أن تكون تحت الرياح السائدة للمجمعات السكنية .

ب ـ أن تكون سعة المحرق تكفي لحرق القمامة المنقولة إليها خلال ٢٤ ساعة .

ج ـ أن تبعد ١٥٠٠ متر عن أقرب منطقة سكنية .

٢ ــ النفايات المعدية المتخلفة عن الرعاية الطبيعية في المستشفيات والمراكز الصحية يتم حرقها بنفس المكان بواسطة محارق مصممة لهذا الغرض وبحيث تستوعب الكميات المجمعة دون تراكم أو تخزين بجوار المحرقة .

الاحتياطات والحدود المسموح بها وموصفات المداخن عند حرق أي نوع من أنواع الوقود :

١ ــ الاحتياطات اللازم اتخاذها لتقليل كمية الملوثات في نوع الاحتراق لمنع أو الإقلال من انبعاث الملوثات من مصادر حرق الوقود فإنه يجب أن يتم اختيار الوقود المناسب ومراعى التصميم السليم للمواقد وبيت النار والمداخن واستخدام وسائل التحكم ذات الكفاءة العالية طبقا للمعايير الآتية :

أ ــ يحظر الحرق المكشوف الذي لايتوفر فيه التصميمات السليمة كضمان الاحتراق الكامل وتصريف العوادم من خلال مداخن طبقا للمواصفات الهندسية .

ب ــ يتم تصميم بيت النار بحيث يحدث مزج كامل لكمية الهواء الكافية للحرق الكامل وتوزيع درجات الحرارة وإعطاء الزمن الكافي والتغليب الذي يضمن الحرق الكامل ضمانا للإقلال من انبعاث نواتج الحريق الغير كامل .

ج ــ ألا تزيد نسبة الكبريت بالوقود المستعمل عن ١.٥%

د ــ المداخن التي يصدر عنها انبعاث إجمالي ما بين ٧٠٠٠-١٥٠٠٠ كجم / ساعة يتراوح ارتفاعها ما بين ١٨-٣٦ متر .

هـ ــ المداخن التي يصدر عنها انبعاث إجمالي أكثر من ١٥٠٠٠ كجم/ساعة يجب أن يكون ارتفاع المدخنة أكثر مترين ونصف على الأقل من ارتفاع المباني المحيطة بما فيها المبنى الذي تخدمه المدخنة .

د ــ المداخن التي تخدم الأماكن العامة و المكاتب والمطاعم والفنادق والأغراض التجارية وغيرها يجب ألا يقل ارتفاعها عن ٣ متر عن حافة المبنى (أعلى المبنى) مع العمل على ارتفاع سرعة تسريب الغاز من المدخنة .

ومما تقدم ولاحتمال وجود العديد من هذه الملوثات ولمعرفة درجة تركيزها أو أعداد الميكروبات فيها في أجواء منى والأنفاق وكذلك مصدرها وما هي الوسائل التي تستخدم أو التوصيات التي تتبع لتفادي هذه الملوثات أو التقليل من أثرها لإبقاء هواء منى والأنفاق نقيا بقدر الإمكان خاليا من وسائل الإزعاج جوا ملائما للتأمل والتعبد ولذكر الله في منطقة منى والأنفاق سائلين المولى تعالى التوفيق لخدمة الإسلام والمسلمين .

الباب الثالث

معدات وأجهزة القياس

٣-١ مقدمة

لقياس أداء أي معدة حرارية يلزم قياس بعض الكميات الفيزيقية مثل درجات الحرارة والضغط والتي بها يمكن تحديد حالة المائع وفي بعض الأحيان نجد من الضروري قياس مكونات خليط من الغازات وذلك بتحليلها (مثل غازات العادم وما شابها) وكذلك قياس معدل انسياب الموائع. وأيضا سرعات المائع ورطوبته وأيضا قياس شدة الضوضاء .

سنعرض فيما يلي بعض هذه الأجهزة التي يكثر استخدامها في التطبيقات الخاصة بتلوث الهواء والتلوث السمعي .

٣-٢ قياس درجات الحرارة

يمكن تصنيف طرق قياس درجات الحرارة إلى ثلاث طرق هي :

٣-٢-١ طرق غير كهربية :

وهذه الطريقة تعتمد على خاصية التمدد الطولي أو الحجمي للمواد الصلبة أو السائلة أو الغازية هذه الخاصية هي أساس الترمومترات المختلفة مثل الترمومترات الثنائية المعدن والترمومترات ذات السوائل أو الترمومترات الغازية يدخل أيضا ضمن هذه الطريقة استخدام أنواع معينة من الدهانات التي يتغير لونها عند درجات الحرارة المختلفة .

٣-٢-٢ طرق كهربية :

أ ــ ترمومترات قياس المقاومة الكهربية وهذه تعتمد على فكرة تغير المقاومة لسلك موصل عند التعرض لدرجة حرارة .

ب ــ الازدواجيات الحرارية :

يمكن تقسيم المعادن المستخدمة لعمل الأزواج الحراري إلى نوعين :

أ ــ معادن أساسية مثل الحديد والنحاس والنيكل والألمنيوم والكروم .

ب ــ معادن نفيسة : مثل البلاتين والراديوم .

انظر جدول(٣-١) وجدول (٣-٢).

جدول ٣ - ١ يبين الثابت الزمني للأقطار المختلفة للازدواجيات الحرارية للماء والهواء

قطر السلك (مم)	الثابت الزمني		
	هواء ساكن	هواء متحرك بسرعة ١٨م/ث	ماء ساكن
٠.٠٢٥	٠.٠٥ ث	٠.٠٠٤ ث	٠.٢٠ ث
٠.١٣	١.٠٠ ث	٠.٠٨ ث	٠.٠٤ ث
٠.٣٨	١٠.٠٠ ث	٠.٨٠ ث	٠.٤٠ ث
٠.٨٠	٤٠.٠٠ ث	٣.٢٠ ث	١.٦٠ ث

جدول ٣ - ٢ يبين المدى والدقة في قياس درجات الحرارة لبعض طرق قياس

مسلسل	طريقة القياس	مدى درجات الحرارة °م	الدقة °م
١	الترمومترات الزجاجية: أ – الترمومترات الزئبقية ب– الترمومترات الزئبقية ج–الترمومترات الكحولية	 –٣٩ °م ← ٤٠٠°م –٣٩ °م ← ٥٤٠ °م –٧٠ °م ← ٦٥ °م	 ٠.٣ إلى ١.٠ ٠.٣ إلى ٥,٥ ٠.٥ إلى ١.٠
٢	الترمومترات التي تعتمد على قياس الضغط: أ– ترمومترات الضغط البخاري ب–ترمومترات السائل أو الغازية	 –١١ °م ← ٢٠٠°م –١٣ °م ← ٥٤٠°م	 ١ إلى ٥,٥ ١ إلى ٥,٥
٣	الترمومترات ثنائية المعدن	–٧٤ °م ← ٥٤٠ °م	٠.٣ إلى ١٤
٤	الازدواجات الحرارية أ–من المعادن الأساسية ب–من المعادن النفيسة	 –١٨٥ °م ← ١١٥٠ °م –١٨٥°م ← ٢٠٠٠°م	 ٠.٣ إلى ١١ ٠.٣ إلى ١١
٥	ترمومترات المقاومة	–٢٤٠ °م إلى ٩٨٠ °م	٠.٠٠٠٣ إلى ٣
٦	البارومترات، أ–الضوئية ب–الإشعاعية	 أعلى من ٧٦٠ °م أعلى من ٥٤٠°م	 حوالي ١١ حوالي ١١ إلى ١٦

٣-٣ قياس فرق الضغط

يقاس فرق الضغط لحساب معدل انسياب الموائع أو حساب مفاقيد الضغط وأجهزة قياس فرق الضغط عديدة ويجب اختيار المناسب منها حسب أعلى فرق ضغط مطلوب قياسه ودرجة القياس المطلوبة. و جدول (٣-٣) يبين بعض أجهزة قياس فرق الضغط الشائعة الاستخدام.

٣-٣-١ مقياس بوردن لقياس فرق الضغط

يعتبر مقياس يوردون لقياس فرق الضغط من أكثر أجهزة قياس الضغط شائعة الاستخدام وذلك نظرا لسهولة استخدامه ومقياس يوردون مبين بشكل (٣-٦) ويمكن الحصول على قراءة كهربائية (فولت) بواسطة استخدام مقاومة متغيرة كما هو مبين بشكل (٣-٧) .

٣-٤ أجهزة قياس معدل انسياب الموائع .

يبين الجدول (٣-٤) طرق قياس انسياب الموائع وفيما يلي بعض تفصيلها.

٣-٤-١ أجهزة تعتمد على قياس طرق الضغط عبر اختناق ثابت مساحة المقطع وأهمها :

أ ــ الفوهة الحادة (orificeplate) شكل (٣-٨)

ب ــ الفنتوري (venturimeter) شكل (٣-٩)

ج ــ المنفث (nozzle) شكل (٣-١٠)

٣-٤-١ قياس سرعة انسياب المائع عبر مقطع (أنبوبة بيتوت) *pitat tube* تعتبر أنبوبة بيتوت من أقدم وأرخص الوسائل المستخدمة لقياس سرعة انسياب مائع شكل (٣-١١) يوضح الفكرة الأساسية لأنبوبة بيتوت وتتكون أنبوبة بيتوت من فتحتين لقياس الضغط واحدة موضوعة بحيث تكون مواجهة وموازية لاتجاه سريان المائع .

توضع بحيث تكون مماس لاتجاه سريان المائع ، الفتحة الأولى تعطي الضغط الكلي (P_{tatal}) للمائع والأخرى لقياس (P_{st}) الضغط الإستاتيكي بتوصيل هاتين الفتحتين بطرفي مانومتر على شكل U تحصل على قراءة الضغط الديناميكي (Pd) ممثلة في فرق ارتفاع عمود السائل في طرفي المانومتر

$$Pd = P_{tatal} - P_{st} = \rho_m gh$$

حيث :

ρ_m كثافة السائل في المانومتر كجم/متر٣

g	عجلة الجاذبية الأرضية	متر/ث٢
h	فرق ارتفاع السائل في طرفي المانومتر	متر
P_d	قيمة الضغط الديناميكي نيوتن / م٢	نيوتن/متر٢

وبمعرفة P_d يمكن معرفة سرعة المائع (V) من العلاقة

$$V = \sqrt{\frac{2P_d}{\rho}}$$

حيث ρ كجم/متر٣ كثافة المائع المار في الماسورة والمراد قياسه

الأجهزة والمعدات التي تم استخدامها في المشروع :

شكل (٣-١٦) يوضح جهاز قياس $CO, SO_2 \& O_2$

شكل (٣-١٧) يوضح جهاز قياس SO, NO

شكل (٣-١٨) يوضح جهاز قياس $T, CO, CO_2, q \& V$

شكل (٣-١٩) يوضح جهاز قياس $q \& V$

شكل (٣-٢٠) يوضح جهاز مقياس $T, RW, q \& V$

شكل (٣-٢١) يوضح جهاز قياس شدة الضوضاء dBA

حيث

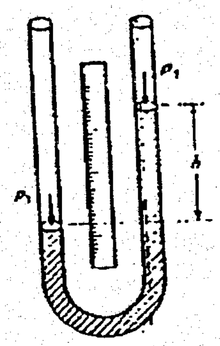
CO	أول أكسيد الكربون	ppm
CO_2	ثاني أكسيد الكربون	ppm
O_2	أوكسجين	%
SO_2	ثاني أكسيد الكبريت	ppm
N	أول أكسيد النيتروجين	ppm
T	درجات الحرارة	°C
q	معدلات التصرف	m^3 / sec
RW	الرطوبة النسبية	%
dBA	شدة الصوت	
V	سرعة الهواء	m/sec
SO	أول أكسيد الكبريت	ppm.

جدول ٣ – ٣ يوضح بعض أجهزة القياس

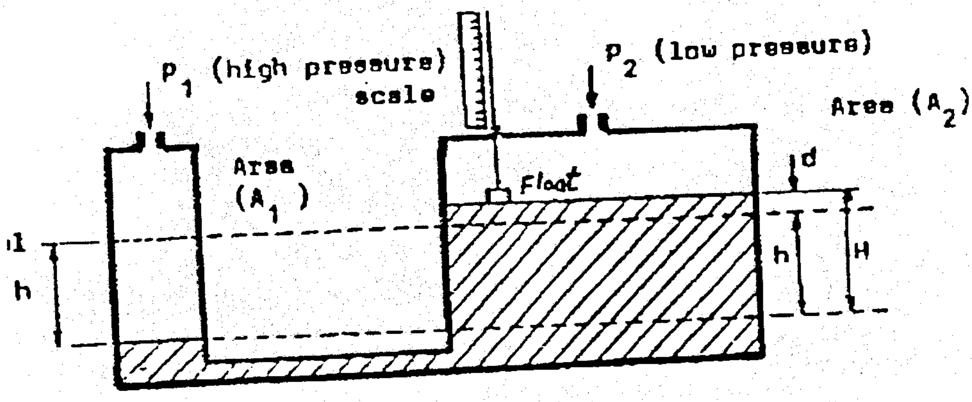
اسم الجهاز	شكل الجهاز	معادلة حساب فرق ضغط $\Delta P=P_1-P_2$	أعلى فرق ضغط باسكال Pa	ملاحظات
مانومتر أنبوبي بسيط شكل حرف U	شكل ٣ – ١	ρgh	أقل من ١٥٠٠٠	يجب الايستخدام لفرق ضغط اقل من ١٠مم حتى لايكون الخطأ في القياس كبير
مانومتر أنبوبي صناعي على شكل حرف U	شكل ٣ – ٢	$\rho gd\left(1+\frac{A_2}{A_1}\right)$	حتى ٦٥٠٠٠٠	يفضل استخدامه إذا ما كان فرق الضغط اكبر من ١٥٠٠٠مم ماء
مانومتر المائل	شكل ٣ – ٣	$\rho gd\ \sin\theta$	٢٥ – ١٠٠٠	تزداد دقة القياس كلما كانت زاوية الميل صغيرة واقل زاوية تبلغ حوالي ١٠ درجات
الميكرو مانومتر	شكل ٣ – ٤	ρgh	٥ – ٥٠٠	تبلغ دقة القياس حوالي ٠.٠٠١ مم من مائع القياس ويستخدم عادة الكحول
المقياس الحلقي ذو الوزن المقابل	شكل ٣ – ٥	$\frac{\rho W\ \sin\ \theta}{rA}$	صفر – ٣٠٠	W تمثل مقدار الوزن المقابل

جدول ٣ – ٤ طرق قياس السياب الموالع

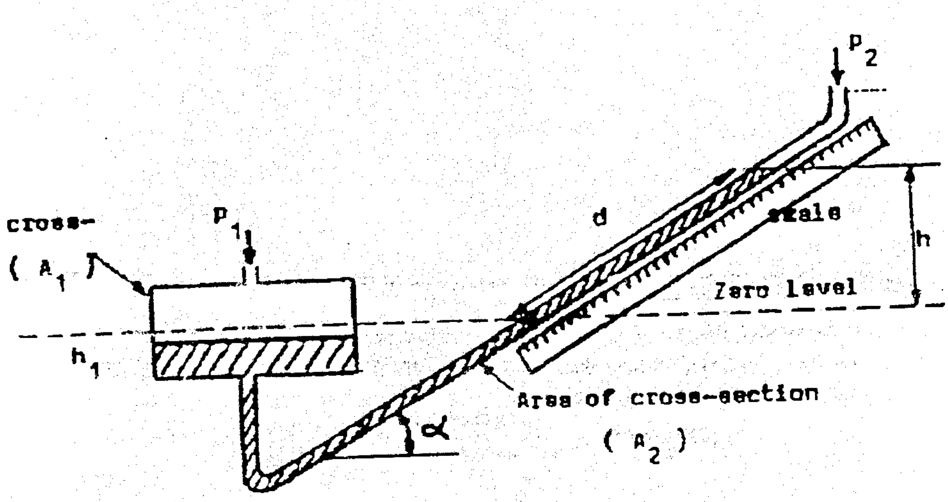
نوع وسيلة القياس	نوعية المائع						ظروف الأداء			
	سائل غير كاو	سائل كاو	مواد صلبة رفيعة	سائل لزج	غاز كاو	مائع تجميد	حدود استخدامها م?/?	الدقة % لأقصى قيمة	الفقد في الضغط	ملاحظات
١– القرص ذو الفوهة الحادة orifice plate شكل ٣–٨	Y	Y	محدود	محدود	Y	X	$1\times10^{-7}\rightarrow5$	2	عالي	–تكلفة قليلة – لا ينصح باستخدامه في المواد الصلبة الدقيقة
٢ – الفنشوري Venturi شكل ٣–٩	Y	Y	محدود	محدود	Y	X	$1\times10^{-7}\rightarrow5$	2	متوسط	تكلفة مرتفعة مناسب لمعدلات تدفق عالية
٣ – المنفث (البوق) Nozzle شكل ٣ – ١٠	Y	Y	محدود	محدود	Y	X	$1\times10^{-7}\rightarrow5$	2	متوسط	–مناسبة لضغط عالي –مثل البخار عن درجات حرارة عالية – محدود استخدامه للمواسير ذات الاقطار المتوسطة
٤ – أنبوبة بتوت PITAT TUBE شكل ٣ – ١٢.١١	X	X	X	X	Y	X	$1\times10^{-7}\rightarrow5$	1	لايوجد	مناسب للقياسات الايدو ديناميكية
٥ – الروتاميتر Rotameter شكل ٣ – ١٤.١٣	Y	Y	Y	محدود	Y	Y	$1\times10^{-7}\rightarrow0.1$	2	منخفض	تكلفة منخفضة محدود استخدامه في معدلات التدفق القليلة
٦ – الجهاز التربيني (شكل ٣–١٥) Turbine Flowmeter	Y	محدود	محدود	محدود	X	Y	$5\times10^{-3}\rightarrow1$	0.5	منخفض	مقدرته ممتازة في اعادة تسجيل نفس القيمة المقاسة – سهولة التركيب والصيانة



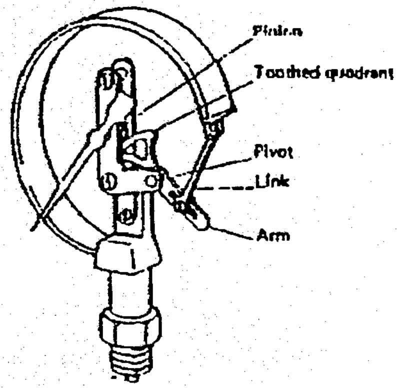
شكل (٣-١) مانومتر أنبوبي على شكل حرف U

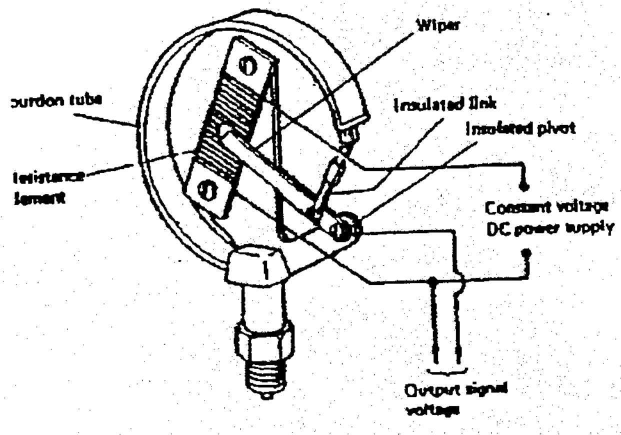


شكل (٣-٢) مانومتر أنبوبي صناعي على شكل حرف U

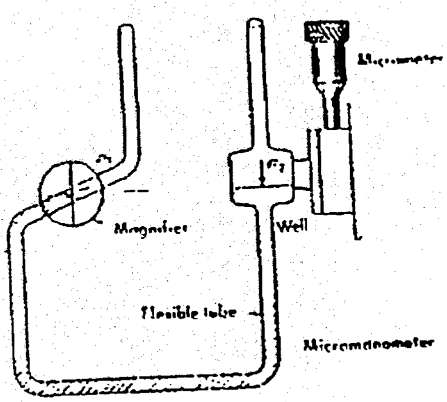


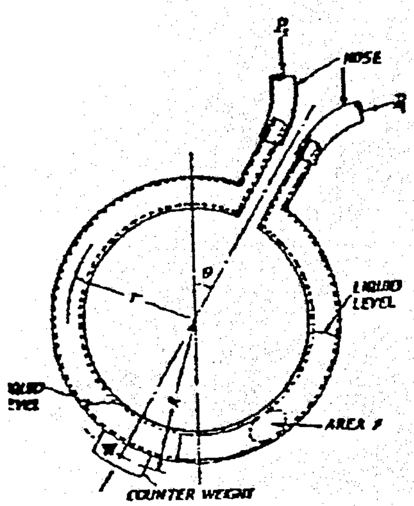
شكل (٣-٣) المانومتر المائل



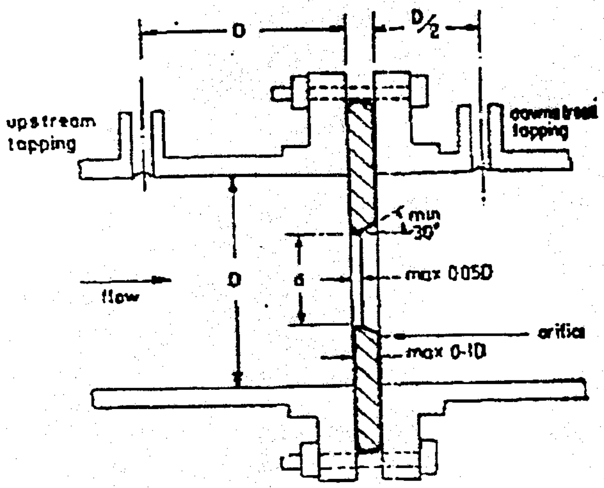


شكل (٣-٤) الميكرو مانومتر   شكل (٣-٥) مقياس الضغط الحلقي ذو الوزن المقابل

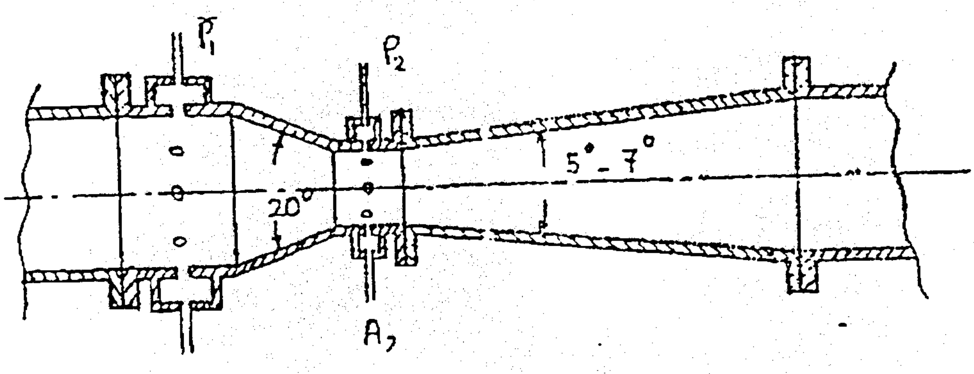




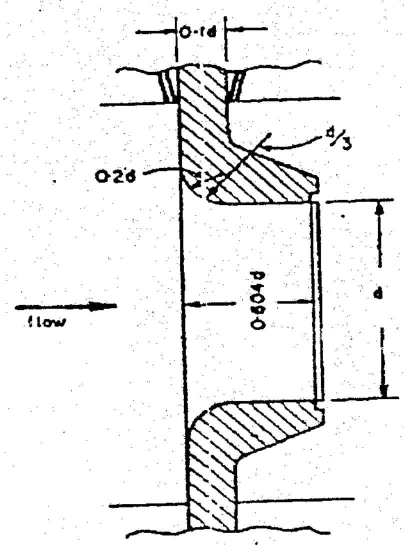
شكل (٣-٦) مقياس بوردون   شكل(٣-٧) طريقة تكبير حركة أنبوبة بوردن



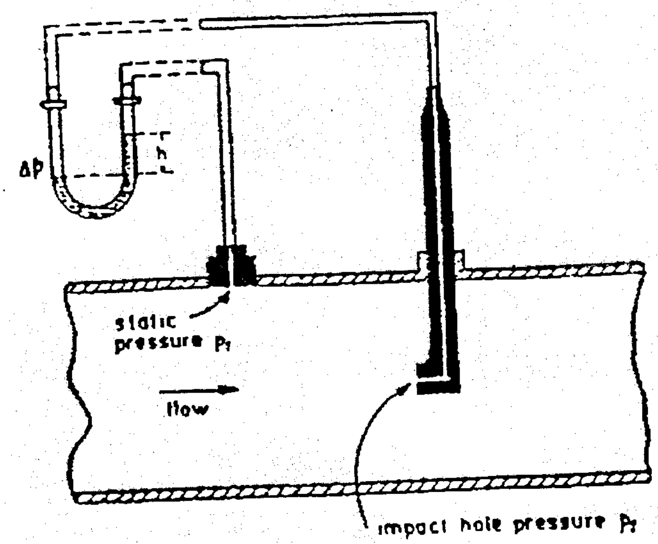
شكل(٣–٨) القرص ذو الفوهة الحادة



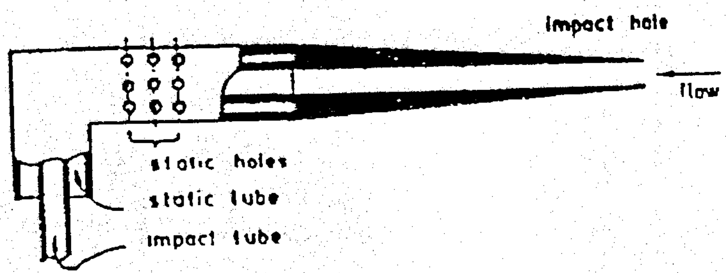
شكل(٣–٩) رسم تخطيطى للفنشورى



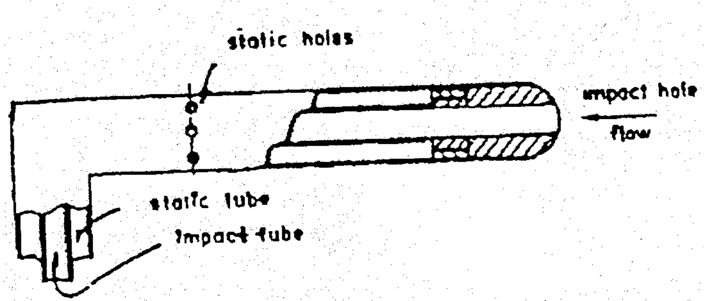
شكل(٣–١٠) المنفث (البوق)



شكل(٣-١١) الفكرة الأساسية لأنبوبة بيتوت

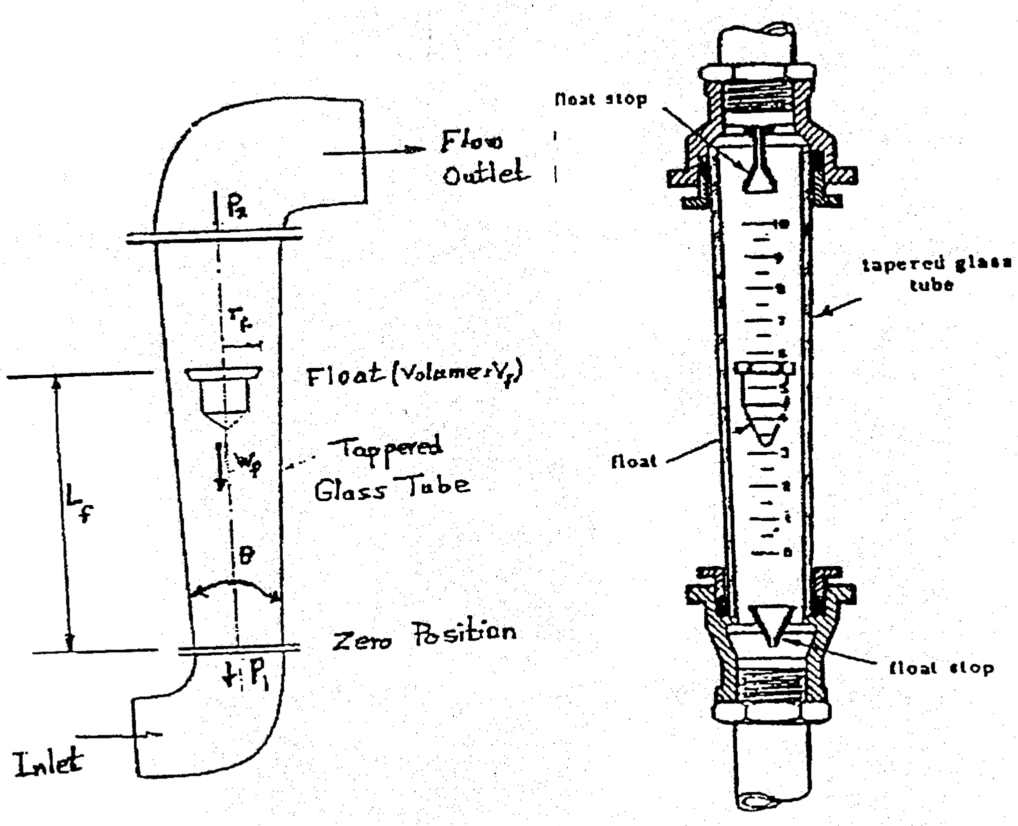


(أ)

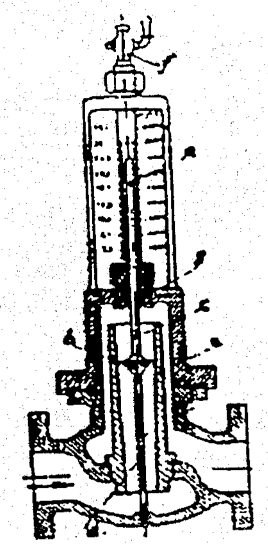


(ب)

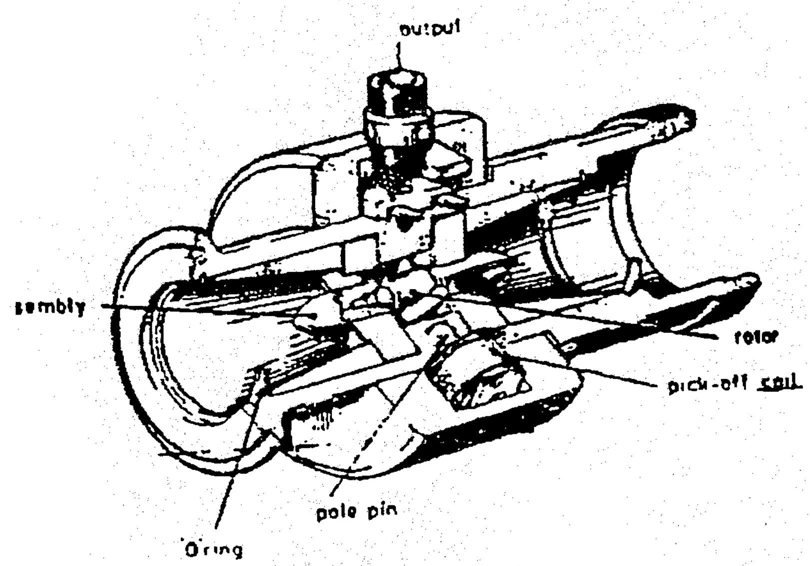
شكل(٣-١٢) تصميمان مختلفان لأنبوبة بيتوت



شكل (٣-١٣) رسم تخطيطي للروتاميتر و القوى المؤثرة على عوامة الروتاميتر



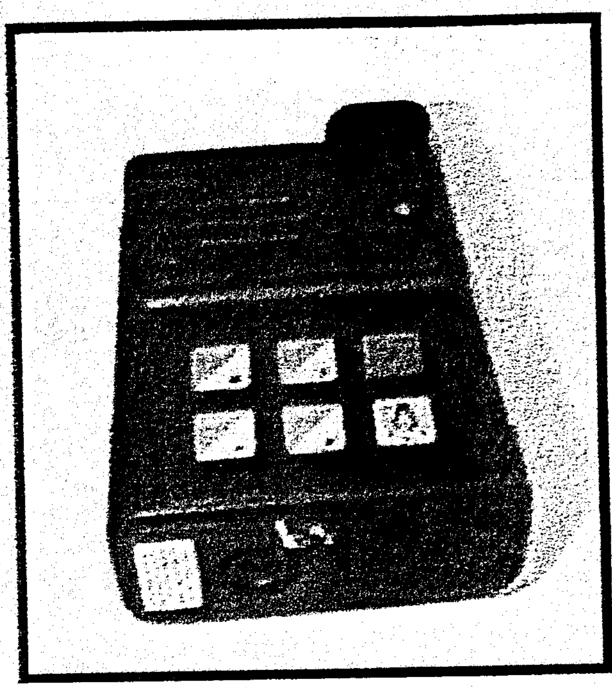
شكل (٣-١٤) روتاميتر لقياس تدفق الموائع ذات الضغوط المرتفعة



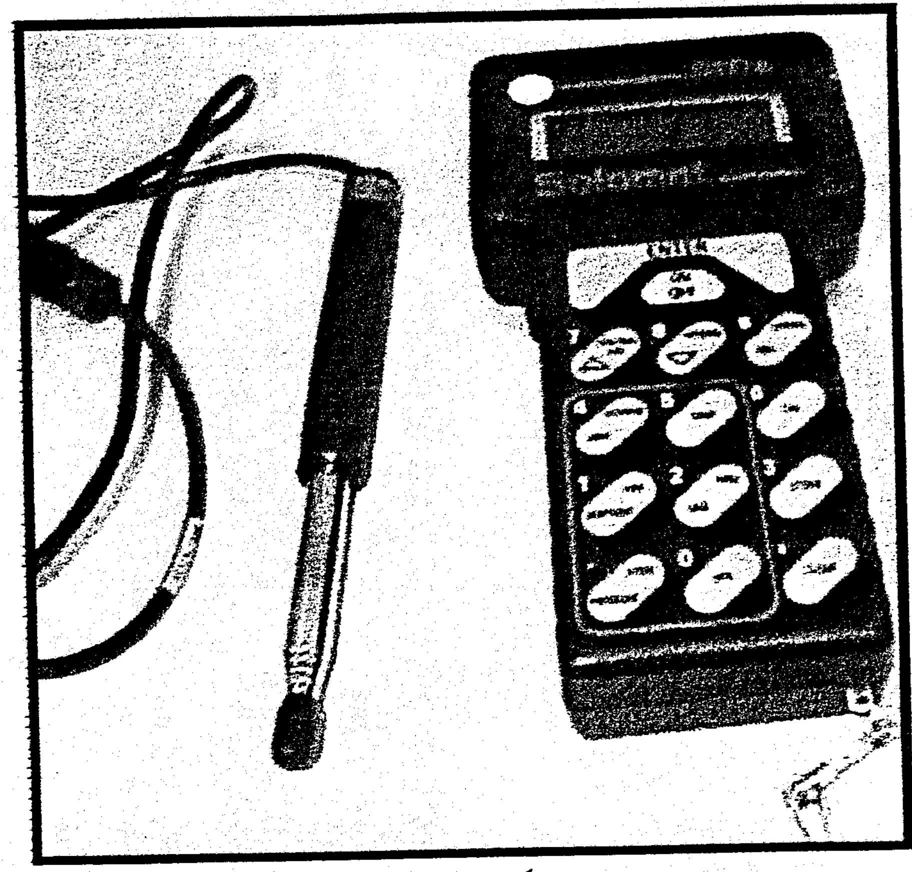
شكل (٣-١٥) الأجزاء المختلفة لجهاز التدفق التربيني



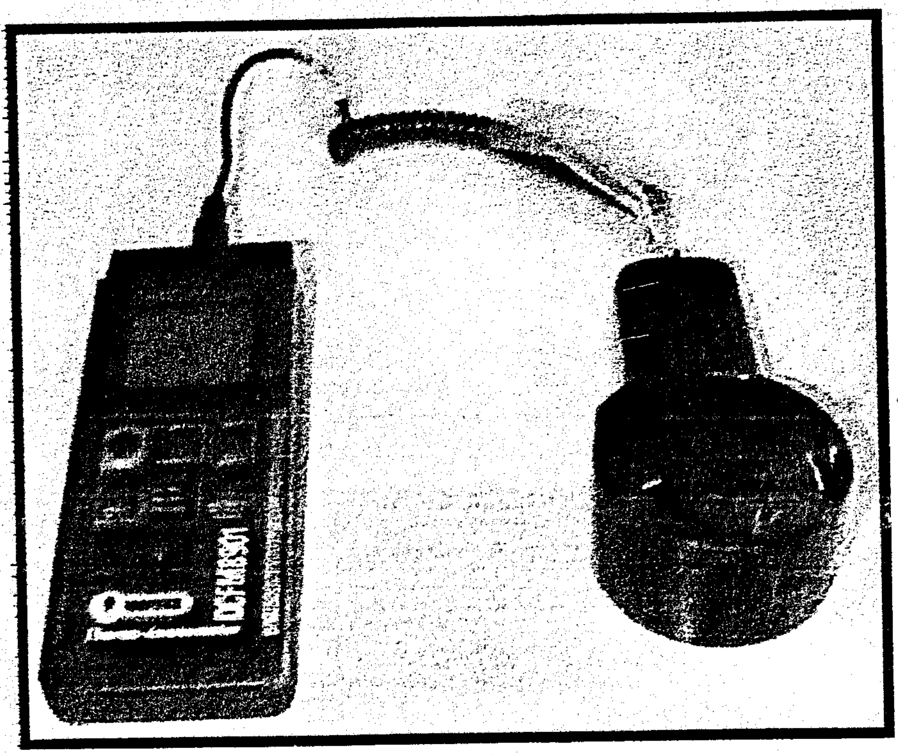
شکل(۳-۱۶)



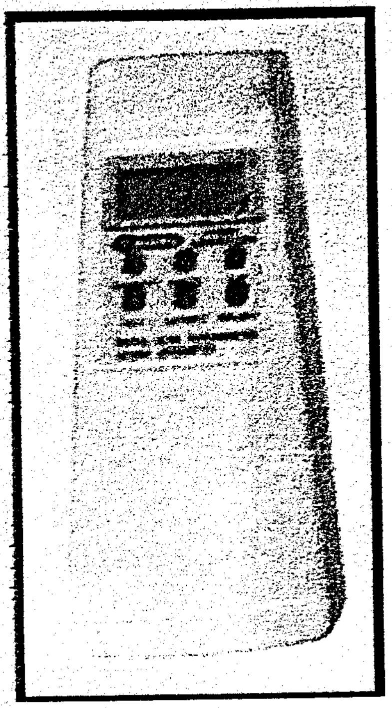
شکل (۳-۱۷)



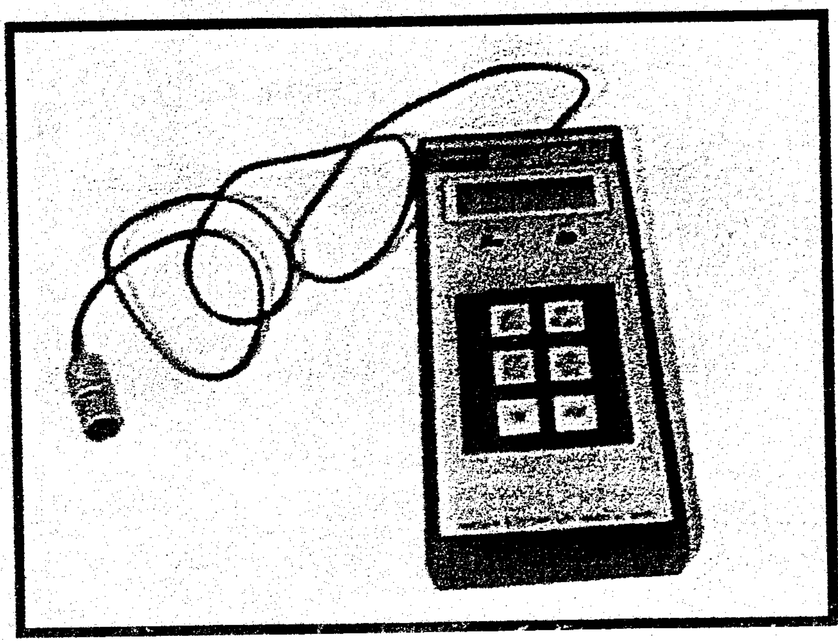
شکل (۳-۱۸)



شکل(۳-۱۹)



شکل(۳–۲۰)



شکل(۳–۲۱)

:

الفصل الرابع

الدراسة الميدانية

٤-١- نبذة عن الأنفاق

في ظل النهضة الشاملة والتطور الذي عم المملكة العربية السعودية وخاصة ما تنعـم بـه أم القرى من تطور مستمر في كل الميادين لتوفير الراحة والطمأنين لضيوف الرحمن، ولمواجهة ارتفـاع أعداد الحجاج المتزايدة حيث بلغ اكثر من مليونين مسلم يؤدون فريضة الحج في كل عام يستخدمون في تنقلاتهم بين المشاعر والأماكن المقدسة وسائل النقل الحديثة وخاصة السيارات التي اقتضـت إلى إنشاء شبكة طرق ذات مواصفات عالمية كما أنشأت الكباري والأنفاق للتغلب على الموقع الجغرافي لمدينة مكة المكرمة وكون أن اغلبها يقع بين سلاسل من الجبال لتوفير الوقت ولتزيل أسباب المشـقة عن ضيوف الرحمن. تم إنشاء (٥٤) أربعة وخمسون نفقاً للسيارات والمشاة في مكة المكرمة والمشاعر المقدسة حيث بلغ إجمالي أطوال الأنفاق ٣١كيلومتر وعرض الأنفاق يتراوح بـين (١١.٥ — ١٤.٥ متر) وجهزت بالتجهيزات التالية:

محطات التحكم للتشغيل	٣٢ محطة
إجمالي وحدات الإنارة	٤٨٢٢٣ وحدة (صوديم , فلرسنت)
إجمالي مراوح التهوية	٤٥١ مروحة
وحدة توليد الكهرباء الاحتياطي	٣٦ مولد
مضخات مياه بنظام إطفاء الحريق	٣٨ مضخة
خزانات مياه لنظام إطفاء الحريق	٣٥ خزان
أنظمة حاسب آلي في بعض الأنفاق المطورة	**٩ أنظمة**
أجهزة الإحساس بغاز أول أكسيد الكربون co	٩ أجهزة
أجهزة الإحساس بمدى الرؤية	٩ أجهزة
أجهزة الإحساس بدرجة الحرارة والرطوبة النسبية بأنفاق المشاة	١٨٢
أجهزة الإحساس بسرعة تدفق الهواء	٢٨٢ جهاز
أجهزة الإحساس بتدفق مياه نظام إطفاء الحريق	١٧٨ جهاز
وحدة تكييف هواء بمحطات الأنفاق	٩٠ وحدة

٤-٢ الهدف من الدراسة

١ - حصر وتقييم الدراسات والمشروعات التي سبق تنفيذها واستخلاص أهم الإنجازات التي خلصت إليها .

٢ - القيام بدراسة ميدانية لعرفة مصادر التلوث الهوائي والتلوث السمعي في منطقة الأنفاق وأخذ نفقين كمثال للدراسة وهي نفق الملك خالد ونفق السوق الصغير (أنفاق جبل القلعة وأنفاق آجياد) .

٣ - مقارنة التركيزات والقياسات التي تمت بالمقاييس العالمية والمحلية المسموح بها .

٤ - تحليل النتائج .

٥ - إعداد التقرير النهائي واقتراح التوصيات العلمية التي من شأنها التقليل من تركيز الملوثات ومنع تراكمها داخل النفق .

٤-٣ خطة البحث :

١ - تم حصر الدراسات والمشروعات المتعلقة بالأنفاق التي سبق تنفيذها واستخلاص أهم الإنجازات التي خلصت إليها .

٢ - تم التأكد من سلامة أجهزة القياس وتمت معايرتها وهي أجهزة قياس أول أكسيد الكربون CO وثاني أكسيد الكبريت SO_2 والأكسجين O_2 وثاني أكسيد النيتروجين NO_2 وأجهزة قياس درجات الحرارة والرطوبة والضغط الجوي وقياس شدة الضوضاء.

٣ - تم اختيار نفق الملك خالد في المسار من العزيزيه إلى منى والعكس (تحديد عشرة مواقع قياس). وأيضاً اختيار نفق السوق الصغير وتحديد واحد وأربعين موقع قياس داخلة ذهاباً وإياباً

٤ - بدأت الدراسة الميدانية يوم ١٤٢٠/١٢/١٥هـ وهي كالتالي :-

— يوم ١٤٢٠/١٢/٥هـ كانت الدراسة في نفق الملك خالد .

— يوم ١٤٢٠/١٢/٦هـ كانت الدراسة في نفق السوق الصغير .

— يوم ١٤٢٠/١٢/٧هـ كانت الدراسة في نفق الملك خالد .

— يوم ١٤٢٠/١٢/٨هـ كانت الدراسة في نفق السوق الصغير .

— يوم ١٤٢٠/١٢/١٠هـ كانت الدراسة في نفق السوق الصغير .

— يوم ١٤٢٠/١٢/١١هـ كانت الدراسة في نفق الملك خالد .

— يوم ١٤٢٠/١٢/١٢هـ كانت الدراسة فينفق الملك خالد .

— يوم ١٤٢٠/١٢/١٣هـ كانت الدراسة في نفق السوق الصغير .

— يوم ١٤٢١/١/١٧هـ كانت الدراسة في نفق السوق الصغير .

٥ - تم قياس تركيز غاز أول أكسيد الكربون CO وثاني أكسيد الكبريت SO_2- وثاني أكسيد النيتروجين NO_2 ونسبة الأكسجين ودرجات الحرارة ومعدل تدفق الهواء ودرجة الندى وشدة الضوضاء داخل النفق .

٤-٤ نتائج الدراسة وتحليلها :-

٤-٤-١ دراسة ميدانية في يوم ١٤٢٠/١٢/٥هـ في نفق الملك خالد .

الأشكال (٤-١ إلى ٤-٨) توضح توزيع سرعات الهواء ومعدل تصرفها ودرجات الحرارة ودرجة الندى و الرطوبة النسبية ونسبة الأكسجين O_2 ونسبة ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 ونسبة أول أكسيد الكربون CO ونسبة ثاني أكسيد الكبريت SO_2 وشدة الضوضاء على طول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت، شكل(٤-١) يبين توزيع سرعات الهواء ومعدل تصرف الهواء بطول النفق من الداخل وايضا مع الوقت ويتضح أن سرعة الهواء داخل النفق تتراوح من ٣-٥ م / ث ، والشكل (٤-٢) يبين أن درجات الحرارة داخل النفق شبة منتظمة وحوالي ٣٠°م و لم تجاوز الحد المسموح به وهو ٣٠°م عن سرعة الهواء البطيئة. وأيضا شكل (٤-٣) يبين أن نسبة الرطوبة داخل النفق شبه منتظمة حوالي ٤٠% وهي نسبة معتدلة . والشكل (٤-٤) يوضح بأن أول أكسيد الكربون CO داخل النفق يتراوح من ١ *ppm* إلى ٣*ppm* ويتضح من المنحنى كلما زادت سرعة الهواء داخل النفق تقل نسبة تركيز أول أكسيد الكربون CO ويتضح انخفاض نسبة CO في مداخل النفق ومخارجه نتيجة لازدياد حركة الهواء ومن الملاحظ انخفاض نسبة CO في ذلك اليوم وعدم تجاوزه الحد المسموح به عالميا ومحليا وهو ٣٠ مليغرام /م° (٣٠ جزء في المليون). وخطورة هذا الغاز أنه يقلل نسبة غاز الأكسجين في عضلة القلب ويؤدي إلى إصابة الإنسان بالذبحة الصدرية وإذا تجاوزت النسبة ١٠٠٠ جزء في المليون تحدث الوفاة فورا. شكل (٤-٥) بين توزيع ثاني أكسيد الكبريت SO_2 داخل النفق ويتضح نسبة SO_2 صفر في ذلك اليوم . وشكل (٤-٦) يبين توزيع نسبة الأكسجين بطول النفق من الداخل ومع الوقت يبين المنحنى أن نسبة O_2 داخل النفق عادية ومنتظمة . و الشكل (٤-٧) توزيع NO_2 داخل النفق ومع الوقت يبين المنحنى إن نسبة NO_2 داخل النفق تجاوزت الحد المسموح به وهو ١.٤ مليجرام / متر ٣ . والشكل (٤-٨) يوضح شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضا مع الوقت والمنحنى يبين أن شدة الضوضاء معتدلة بطول النفق إلا عند مخارج النفق وصلت القيم إلى حد الإزعاج وهو ٩٧ dBA وتجاوزت الدرجة المريحة وهي ٧٥ — ٨٥ dBA.

٤-٤-٢ : دراسة ميدانية في يوم ١٤٢٠/١٢/٦هـ في نفق السوق الصغير :

الأشكال من (٤-٩ إلى ٤-١٦) توضح توزيع سرعات الهواء ومعدل تصرفها ودرجات الحرارة ودرجة الندى و الرطوبة النسبية ونسبة O_2 ونسبة NO_2 ونسبة CO ونسبة SO_2 وشدة الضوضاء على طول

النفق من الداخل وأيضا مع الوقت. شكل (٤-٩) يبين توزيع سرعات الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت ويتضح من الشكل أن سرعات الهواء داخل النفق تتراوح من ١-٣متر/ث. شكل (٤-١٠) يبين توزيع درجات الحرارة ونقطة الندى داخل النفق ويوضح أنها شبه منتظمه بطول النفق وحوالي ٩٤ ف (٣٠°م) تجاوزت الحد المسموح به بقليل. وأيضا شكل (٤-١١) يبين أن الرطوبة النسبية وهي شبه منتظمة داخل النفق وحوالي ٣٥% وهي منخفضة بعض الشيء. وشكل (٤-١٢) يبين نسبة O2 في داخل النفق ويتضح من المنحنى أنها معتدلة ومنتظمة وحوالي ٢٠,٨% ومطمئنة. وشكل (٤-١٣) يبين نسبة NO2 داخل النفق وهي تتراوح من (ppm ١,٦ — ٠,٢) وبالطبع تجاوزت الحد المسموح وهو (٠,٤ ppm). والشكل (٤-١٤) يوضح توزيع نسبة أول أكسيد الكربون CO وسرعات الهواء داخل النفق ويتضح من المنحنى أن كلما زادت سرعة الهواء داخل النفق انخفضت نسبة CO وفي مدخل النفق من اتجاه السد ارتفعت نسبة CO ووصلت ppm ١٥٠ وتعدت الحد المسموح به وبصفة عامة كانت نسبة CO عالية داخل النفق وتعدت الحد المسموح به وهو ٣٠مليجرام/م٣ (ppm ٣٠) ويوضح المنحنى أهمية حركة الهواء وتأثيرها المباشر على نسبة CO حيث كانت نسبة CO في معظم الأماكن ppm ١٠٠ وأماكن أخرى ppm ٥٠ وهذا معناه أن حركة الهواء داخل النفق غير منتظمة. وشكل (٤-١٥) يوضح نسبة ثاني أكسيد الكبريت SO2 وسرعة الهواء داخل النفق ويتضح من المنحنى أن نسبة SO2 كانت تتراوح بين ٣-١ ppm وهي أيضا تعدت الحد المسموح به وهو ٠,٣٥ ppm. والشكل (٤-١٦) يوضح توزيع شدة الضوضاء بطول النفق من الداخل ويتضح من المنحنى أن شدة الضوضاء عالية وصلت إلى درجة الإزعاج وهي ٩٤ dBA.

٤-٤-٣ : الدراسة الميدانية في نفق الملك خالد يوم ١٤٢٠/١٢/٧هـ :

الأشكال من (٤-١٧) إلى (٤-٢٤) توضح توزيع سرعات الهواء ومعدل تصرفه ودرجات الحرارة ونقطة الندى والرطوبة النسبية ونسبةO2 و نسبة NO2 ونسبة SO2 ونسبة أول أكسيد الكربون CO وشدة الضوضاء بطول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت. وشكل (٤-١٧) يبين توزيع سرعات الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق من الداخل ومع الوقت يتضح من المنحنى أن سرعة الهواء تتراوح ما بين ١-٤م/ث وغير منتظمة في بداية النفق وشبه منتظمة في اكثر من نصف النفق إلى نهايته . والشكل (٤-١٨) يبين توزيع درجات الحرارة ونقطة الندى بطول النفق من الداخل وهي شبه منتظمة بطول النفق حوالي ٢٧°م ونقطة الندى حوالي ١٥°م ودرجات الحرارة لم تتجاوز الحد المسموح به وهو ٣٠°م عند سرعات الهواء المنخفضة. والشكل (٤-١٩) يوضح توزيع الرطوبة النسبية داخل النفق وهي عالية في بداية النفق حوالي ٥٢% والنصف الأخير من النفق شبه منتظم حوالي ٤٥% . والشكل (٤-٢٠) يوضح نسبة الأكسجين O2 داخل النفق ويتضح أنها منتظمة ومعتدلة ومطمئنة ٢٠,٥% . والشكل (٤-٢١) يبين توزيع نسبة NO2 داخل النفق ويتضح أنها عاليه حوالي ١,٤ وشبه منتظمة وتجاوزت الحد المسموح به وهو ٠,٤ ppm. والشكل

(٤-٢٢) يبين توزيع أول أكسيد الكربون CO بطول النفق من الداخل وسرعة الهواء أيضا بطول النفق وكانت نسبة CO متأرجحة داخل النفق ما بين ١٢-٥ ppm ويتضح من المنحنى انخفاض نسبة CO كلما زادت سرعة الهواء وهذا يبين أهمية حركة الهواء داخل النفق . والشكل (٤-٢٣) يبين توزيع SO2 وسرعات الهواء داخل النفق بطوله وكانت نسبة SO2 بطول النفق صفر. والشكل (٤-٢٤) يبين شدة الضوضاء بطول النفق من الداخل وكانت منتظمة حوالي dBA٩٣ وتلك الدرجة تسمى درجة إزعاج وتجاوزت الدرجة المريحة وهي ٧٥ - ٨٥ dBA .

٤-٤-٤ : الدراسة الميدانية في اليوم ١٤٢٠/١٢/٨هـ بنفق الملك خالد :

الأشكال من (٤-٢٥) الى (٤-٣٢) توضح توزيع سرعات الهواء ومعدل تصرفه درجات الحرارة ودرجة نقطة الندى والرطوبة النسبية ونسبة الأكسجين O2 ونسبة ثاني أكسيد النتروجين NO2 و أول أكسيد الكربون CO وثاني أكسيد الكبريت SO2 وشدة الضوضاء بداخل النفق وأيضا مع الوقت.

شكل (٤-٢٥) يوضح توزيع سرعات الهواء ومعدل تصرفها داخل النفق ويتضح من المنحنى بان سرعات الهواء غير منتظمة داخل النفق ويتراوح ما بين١- ٤م/ث . وشكل (٤-٢٦) يوضح توزيع درجات الحرارة ودرجة نقطة الندى داخل النفق ويتضح ان درجة الحرارة تتراوح ما بين ٢٩-٣٠ ٥م ويتضح أنها لم تتجاوز الحد المسموح به وهو٣٠ ٥م عند سرعات الهواء المنخفضة . وشكل (٤-٢٧) يوضح توزيع الرطوبة النسبية داخل النفق ويتضح منها أنها شبه منتظمة داخل النفق حوالي ٣٠%. والشكل (٤-٢٨) يوضح توزيع الأكسجين O2 داخل النفق ويتبين من المنحنى أن النسبة معتدلة ومعقولة وهي حوالي ٢٠,٥% مطمئنة . والشكل (٤-٢٩) يوضح توزيع ثاني أكسيد النتروجين NO2 على طول النفق من الداخل ويتضح من المنحنى أنها منتظمة وحوالي ١.٥ ppm وتجاوزت الحد المسموح به ٠,٤ ppm والشكل (٤-٣٠) يوضح توزيع أول أكسيد الكربون CO بداخل النفق مع سرعات الهواء يتضح من المنحنى بان نسبة CO تقل كلما زادت سرعة الهواء ويتضح عندما كانت السرعة حوالي ٤م/ث كانت نسبة CO صفر وهذا يوضح أهمية حركة الهواء بالنسبة لتركيز CO . والشكل (٤-٣١) يوضح توزيع ثاني أكسيد الكبريت CO2 داخل الفرن ويوضح ان تركيز SO2 صفر بطول النفق . والشكل (٤-٣٢) يوضح توزيع شدة الضوضاء داخل النفق ويتضح من المنحنى ان شدة الضوضاء شبه منتظمة ولم تجاوز الحد المسموح به.

وعندما غير المسار من العزيزية الى منى في نفس النفق الأشكال من (٤-٣٣) إلى (٤-٤٠) توضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه ودرجات الحرارة ودرجة نقطة الندى والرطوبة النسبية ونسبة الأكسجين O2 ونسبة NO2 و أول أكسيد الكربون CO ونسبة SO2 وشدة الضوضاء داخل النفق ومع الوقت أيضا ، ويتضح من المنحنيات المذكورة تقريبا نفس توزيع المتغيرات عندما كان المسار من منى إلى الغريزية ماعدا ارتفاع نسبة

CO في بعض الأماكن وتعدت الحد المسموح به حيث وصلت إلى ٥٠ *ppm* لكن ما زالت القيمة كلها تحت الحد المسموح به . وأيضا شدة الضوضاء ارتفعت ووصلت إلى ٩٤ *ppm* وهو حد الإزعاج .

٤-٤-٥ : الدراسة الميدانية في السوق الصغير في يوم ١٠/١٢/١٤٢٠هـ :

الأشكال من (٤-٤١) الى (٤-٤٨) تمثل توزيع سرعات الهواء ومعدل تصرفها ودرجات الحرارة ودرجة نقطة الندى والرطوبة النسبية ونسبة الأكسجين O_2 ونسبة NO_2 ونسبة CO ونسبة ثاني أكسيد الكبريت SO_2 وأيضا شدة الضوضاء على طول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت في المسار من السد اجياد — إبراهيم الخليل .

شكل (٤-٤١) يمثل توزيع سرعات الهواء ومعدل تصرفها بداخل النفق والمنحنى يوضح أن سرعة الهواء منخفضة تماما. شكل (٤-٤٢) يمثل توزيع درجات الحرارة ونقطة الندى داخل النفق والمنحنى يوضح أن درجات الحرارة منتظمة والرطوبة النسبية حوالي ٣٥% وهي منخفضة قليلا. والشكل (٤-٤٤) يمثل توزيع الأكسجين O_2 بداخل النفق والمنحنى يبين أن القيمة منتظمة ومطمئنة وهي ٢٠,٥%. والشكل (٤-٤٥) يمثل توزيع ثاني أكسيد الكبريت SO_2 داخل النفق والمنحنى يبين أنها منتظمة بقيم حوالي ١.٥ *ppm* وتجاوزت الحد المسموح به وهو ٠,٤ *ppm* والشكل (٤-٤٦) يمثل توزيع أول أكسيد الكربون CO داخل النفق والمنحنى يبين ان القيم ارتفعت جدا ووصلت الى حوالي ١٠٠-٢٠٠ *ppm* وهي نسبة عاليه جدا وتجاوزت الحد الأقصى المسموح به وهو ٣٠ ,٠ *ppm* والشكل (٤-٤٧) يمثل توزيع ثاني أكسيد الكبريت SO_2 داخل النفق والمنحنى يوضح أنها شبه منتظمة حوالي ٣ *ppm* وتجاوزت الحد الادنى المسموح به وهو ٠,٣٥ *ppm*. والشكل (٤-٤٨) يمثل توزيع شدة الضوضاء داخل النفق والمنحنى يبين ان القيمة منتظمة و تعتبر عاليه وهي حوالي dBA٩٤ وهي درجة الإزعاج.

أما عندما عكس الاتجاه في نفس النفق وجعل المسار من إبراهيم الخليل الى اجياد السد. الأشكال من (٤-٤٩) الى (٤-٥٦) توضح توزيع سرعات الهواء ومعدل تصرفها ودرجات الحرارة ودرجة نقطة الندى والرطوبة النسبية ونسبة الأكسجين O_2 ونسبة ثاني اكسد النيتروجين NO_2 و أول أكسيد الكربون CO ونسبة ثاني أكسيد الكبريت SO_2 وشدة الضوضاء بطول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت.

والشكل (٤-٤٩) يوضح توزيع سرعات الهواء ومعدل تصرفة بطول النفق من الداخل والمنحنى يبين تفاوت القيم بداخل النفق وتتراوح ما بين ١.٥ — ٣ م/ث والمنحنى يبين عدم انتظام سرعات الهواء بداخل النفق. والشكل (٤-٥٠) يبين توزيع درجات الحرارة ونقطة الندى بطول النفق من الداخل ودرجات الحرارة منتظمة بقيمة حوالي ٣٥ ºم تجاوزت الحد الادنى المسموح به وهو ٣٠ºم. والشكل (٤-٥١) يبين توزيع نسبة الرطوبة النسبية بطول النفق من الداخل وهي منتظمة بقيمة حوالي ٤٠% وهي منخفضة بعض الشيء . والشكل (٤-٥٢) يبين توزيع نسبة الأكسجين O_2 بطول النفق من الداخل وهي منتظمة ومعقولة ومطمئنة

بقيمة حوالي ٢٠%. والشكل (٤-٥٣) يوضح توزيع ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 داخل النفــــق وهـــي تقريبا منتظمة في حدود ١,٥ ppm . والشكل (٤- ٥٤) يوضح توزيع أول أكسيد الكربون CO بطـــــول النفق من الداخل والمنحنى يبين تفاوت القيمة وارتفاعا غير عادي وتتراوح ما بين ٣٠٠ – ٥٠ ppm وهــــذه القيم عالية جدا وتجاوزت الحد المسموح به وهو ٣٠ ppm وبالطبع الموقف يحتاج علاج والمنحنى يبين الأماكن التي بها سرعات الهواء عاليه تنخفض بها نسبة أول أكسيد الكربون CO لكن ما زالت القيمة مرتفعــــة جـــدا.
والشكل (٤-٥٥) يبين توزيع ثاني أكسيد الكبريت SO_2 بطول النفق من الداخل و قيـــم SO_2 منعدمـــة .
والشكل (٤-٥٦) يبين توزيع شدة الضوضاء داخل النفق من الداخل والمنحنى يبين ان القيمة فيه منتظمــــة بقيمة حوالي ٩٥dBA وتجاوزت حد الإزعاج وهو ٩٤dBA .

٤-٤-٦ : دراسة ميدانية بنفق الملك خالد في يوم١١/١٢/١٤٢٠هـــ في المسار من الغريزية إلى منى:

الأشكال (٤-٥٧ ـــ ٤-٦٤) توضح توزيع سرعات الهواء ومعدل تصرفه ودرجة الحرارة ونقطة النـــــدى والرطوبة النسبية ونسبة الأكسجين O_2 ونسبة ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 و أول أكسيد الكربون CO وثـــاني أكسيد الكبريت SO_2 وشدة الضوضاء بطول النفق من الداخل ومع الوقت.

والشكل (٤-٥٧) يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه بطول النفق من الداخل ويتضح من المنحــنى إن السرعات متفاوتة وتتراوح ما بين ١-٤ م/ث بداخل الفرن وغير منتظمة . والشكل (٤-٥٨) يوضح توزيع درجات الحرارة ودرجة نقطة الندى داخل النفق ودرجات الحرارة منتظمة بقيمة حوالي ٢٨ ºم وهي اقل مـــن الحد المسموح به وهو ٣٠ºم . والشكل (٤-٥٩) يوضح توزيع نسبة الرطوبة النسبية داخل النفـــق وهـــي منتظمة بقيمة حوالي ٥٠% وهي قيمة معقولة. والشكل (٤-٦٠) يوضح توزيع نســـبة الأكســـجين O_2 بطول النفق من الداخل بقيمة حوالي ٢٠,٥% وهي نسبة معقولة ومطمئنة . والشكل (٤-٦١) يوضـــــح توزيع ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 بطول النفق من الداخل بقيمة حوالي ١,٣ ppm وهي قيمة أعلى من الحـــد المسموح به وهو ٠,٤ ppm . الشكل (٤-٦٢) يبين توزيع اول أكسيد الكربون CO بطول النفق من الداخل وقيمة متأرجحة ما بين ٥٠ – ٢٥٠ ppm وهي بالطبع قيمة عالية جدا وتجاوزت الحد المسموح بــــه وهـــو ٣٠ ppm وبالطبع واضح تأثير حركة الهواء على نسبة أول أكسيد الكربون CO والعلاقة العكسية بينــــهما .
والشكل (٤-٦٣) يبين توزيع تركيز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 بطول النفق من الداخل ويتضح من المنحنى ان القيمة المعقولة معدا عند مخرج النفق القيمة ارتفعت ووصلت إلى ١,٥ ppm وهي بالطبع تجـــاوزت الحـــد المسموح به. الشكل (٤-٦٤) يبين توزيع شدة الضوضاء بطول النفق من الداخل ويتضح ان التيمة منتظمة ومعقولة الى حد ما و لم تتجاوز الحد المسموح به.

اما الأشكال من (٤-٦٥) الى(٤-٧٢) توضح توزيع سرعات الهواء ومعدل تصرفة ودرجـــات الحـــرارة ودرجة نقطة الندى والرطوبة النسبية ونسبة الأكسجين O_2 ونسبة ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 و أول أكسيد

الكربون CO وثاني أكسيد الكربون CO وثاني أكسيد الكبريت SO2 وشدة الضوضاء وعلى طول النفق بالداخل في المسار من منى إلى الغريزية.

والشكل (٤-٦٥) يوضح توزيع سرعات الهواء ومعدل تصرفه بطول النفق من الداخل ويتبين من المنحنى ان سرعات الهواء شبه منتظمة بقيمه حوالي ١م/ث. والشكل (٤-٦٦) يوضح توزيع درجات الحرارة ونقطة الندى بطول النفق من الداخل ويتبين من المنحنى بأن القيمة شبه منتظمة بقيمة حوالي ٣٧°م أعلى من الحد المسموح به وهو ٣٠°م. والشكل (٤-٦٧) يوضح توزيع الرطوبة النسبية داخل النفق وهي منتظمة بقيمة تصل الى ٥٠% وهي قيمة معقولة . الشكل (٤-٦٨) يبين توزيع نسبة الأكسجين O2 بطول النفق من الداخل والمنحنى يبين بأن قيمة الأكسجين O2 منتظمة حوالي ٢٠,٥% وهي معقولة ومطمئنة. والشكل (٤-٦٩) يبين توزيع ثاني أكسيد النيتروجين NO2 بطول النفق من الداخل وقيمة منتظمة حوالي ١,٥ppm أعلى من الحد المسموح به . والشكل (٤-٧٠) يبين توزيع أول أكسيد الكربون CO بطول النفق من الداخل وقيمته متغيرة بطول النفق وتتراوح ما بين ٥ — ١٥ ppm و لم تتجاوز الحد المسموح به ومطمئنة.

والشكل (٤-٧١) يوضح توزيع ثاني أكسيد الكربون SO2 بطول النفق من الداخل وقيمته منعدمة بطول النفق. والشكل (٤-٧٢) يوضح توزيع شدة الضوضاء بطول النفق من الداخل وهي شبه منتظمة بقيمه حوالي ٩٠ dBA وهي اقل من درجة الإزعاج وتعتبر قيم معقولة نسبيا .

٤-٤-٧ : الدراسة الميدانية في نفق الملك خالد يوم ١٤٢٠/١٢/١٢هـ في المسار من الغريزية الى منى :

الأشكال (٤-٧٣ ــ ٤-٨٠) تمثل توزيع سرعات الهواء ومعدل تصرفه ودرجات الحرارة ونقطة الندى والرطوبة النسبية ونسبة الأكسجين O2 ونسبة ثاني أكسيد النيتروجين NO2 و أول أكسيد الكربون CO وثاني أكسيد الكبريت SO2 وشدة الضوضاء بطول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت .

الشكل (٤-٧٣) يوضح توزيع سرعات الهواء ومعدل تصرفه بطول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت وبين المنحنى ان سرعات الهواء متفاوتة بين ١-٤م/ث وغير منتظمة داخل النفق. والشكل (٤-٧٤) يوضح توزيع درجات الحرارة ونقطة الندى بطول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت ويبين المنحنى بأن درجات الحرارة منتظمة بقيمة حوالي ٣٣°م وتجاوزت الحد الأدنى المسموح به وهو ٣٠°م. والشكل (٤-٧٥) يوضح توزيع الرطوبة النسبية بطول النفق من الداخل ويتضح من المنحنى انها منتظمة بقيمة ٣٥% . الشكل (٤-٧٦) يوضح نسبة الأكسجين O2 داخل النفق وهي نسبة منتظمة ومطمئنة بقيمة حوالي ٢٠,٥% .

الشكل (٤-٧٧) يوضح نسبة ثاني أكسيد النيتروجين NO2 بطول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت ويتضح من المنحنى أن القيمة شبه منتظمة قيمتها حوالي ١,٥ ppm وتجاوزت الحد الأدنى المسموح به وهو ٠,٤ ppm . الشكل (٤-٧٨) يوضح توزيع أول أكسيد الكربون CO بطول النفق وهي نسبه متفاوتة ما بين ٥٠ — ٢٠٠ ppm وبالطبع تجاوزت الحد الادنى المسموح به بكثير جدا وهو ٣٠ ppm . والشكل (٤-٧٩)

يوضح توزيع ثاني اكسيد الكبريت SO2 داخل النفق وجدت أنها متفاوتة ما بين ١-٢ *ppm* وأيضا تجاوزت الحد الادنى المسموح به وهو ٠,٣٥ *ppm*. والشكل (٤-٨٠) يوضح توزيع شدة الضوضاء بطول النفق من الداخل ووجد انها منتظمة بقيمه حوالي ٩٥ dBA ويعني أنها تجاوزت الحد الادنى المسموح به وهو ٨٥ dBA وهي الدرجة التي تسمى الدرجة المريحة.

اما الأشكال من (٤-٨١) الى (٤-٨٨) تمثل الدراسة الميدانية في نفق الملك خالد في يوم ١٤٢٠/١٢/١٢هـ في المسار من منى إلى الغريزية :

الشكل (٤-٨١) يمثل توزيع سرعات الهواء ومعدل تصرفه بطول النفق من الداخل ويتضح من المنحنى بأن سرعة الهواء تتراوح ما بين ١-٣ م/ث . والشكل (٤-٨٢) يمثل توزيع درجات الحرارة بطول النفق من الداخل ويتضح من المنحنى بأن درجات الحرارة منتظمة داخل النفق بقيمه حوالي ٣٣°م تجاوزت الحد الأدنى المسموح به وهو ٣٠°م. والشكل (٤-٨٣) توضح توزيع نسبة الرطوبة داخل النفق ووجد أنها منتظمة بقيمه حوالي ٣٥% وهي منخفضة بعض الشيء . والشكل (٤-٨٤) يوضح توزيع نسبة الأكسجين O2 داخل النفق ووجد أنها منتظمة ومعقولة ومطمئنة وهي ٢٠,٥% . شكل (٤-٨٥) يوضح توزيع نسبة ثاني أكسيد النيتروجين NO2 بطول النفق من الداخل ووجد انها منتظمة بقيمة حوالي ١,٥*ppm* تجاوزت الحد الأدنى المسموح به وهو ٠,٤ *ppm* . والشكل (٤-٨٦) يبين توزيع أول أكسيد الكربون CO بطول النفق من الداخل والمنحنى يبين القيمة شبه منتظمة بقيمة حوالي ٢٠ *ppm* لكنها مرتفعة في بداية النفق بقيمة حوالي ٤٥ *ppm* . والشكل (٤-٨٧) يبين توزيع ثاني أكسيد الكبريت SO2 بطول النفق من الداخل والمنحنى يبين أن القيمة شبه منعدمة معدا في بداية النفق القيمة عاليه حوالي ١,٥ *ppm* . والشكل (٤-٨٨) يبين توزيع شدة الضوضاء بطول النفق من الداخل ويتضح أن القيمة شبه منتظمة بقيمة حوالي ٩٣ dBA اقل من درجة الإزعاج قليلا .

٤-٤-٨: الدراسة الميدانية في نفق السوق الصغير في يوم ١٤٢٠/١٢/١٣هـ المسار من السد – اجياد – إبراهيم الخليل :

الأشكال من (٤-٨٩) الى(٤-٩٦) تمثل توزيع سرعات الهواء ومعدل تصرفه ودرجات الحرارة ونقطة الندى ونسبة الأكسجين ونسبة ثاني أكسيد النيتروجين NO2 و الرطوبة النسبية و أول أكسيد الكربون CO وثاني أكسيد الكبريت SO2 وشدة الضوضاء بطول النفق من الداخل وايضا مع الوقت. الشكل (٤-٨٩) يمثل توزيع سرعات الهواء بطول النفق من الداخل ويتضح أن قيم سرعات الهواء صغيرة حوالي ١م/ث داخل النفق . الشكل (٤-٩٠) يمثل توزيع درجات الحرارة ونقطة الندى بطول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت ويتضح من المنحنى بأن درجات الحرارة منتظمة داخل النفق بقيمه حوالي ٣٠°م ولم تتعدى الحد

المسموح به . الشكل (٤-٩١) يبين توزيع الرطوبة النسبية بطول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت ويتضح من المنحنى أن قيمتها منتظمة بقيمة حوالي ٢٠% وهي منخفضة .

الشكل (٤-٩٢) يبين توزيع نسبة الأكسجين O2 بطول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت ويتضح من المنحنى ان القيمة منتظمة بقيمة حوالي ٢٠,٥% وبالطبع قيمة مطمئنة ومعتدلة . والشكل (٤-٩٣) يبين توزيع نسبة ثاني أكسيد النيتروجين NO2 بطول النفق من الداخل وايضا مع الوقت ويبين المنحنى ان القيمة شبه منتظمة بقيمة حوالي ١,٥ *ppm* وتجاوزت الحد المسموح به وهو ٠,٤ *ppm*. الشكل (٤-٩٤) يبين توزيع أول أكسيد الكربون CO بطول النفق من الداخل وايضا مع الوقت ويتضح من المنحنى ان القيمة شبه منتظمة حوالي ١٥٠ *ppm* وتصل في مخرج النفق الى ٢٢٥ *ppm* وبالطبع تجاوزت الحد المسموح به بكثير جدا وهو ٣٠ *ppm*. والشكل (٤-٩٥) يبين توزيع ثاني أكسيد الكبريت SO2 بطول النفق من الداخل والوقت ويتضح من المنحنى القيمة منتظمة داخل النفق بقيمة حوالي ٣ *ppm* متجاوزة الحد الادنى وهو ٠,٣٥ *ppm*. والشكل (٤-٩٦) يبين توزيع شدة الضوضاء بطول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت ويتضح من المنحنى ان القيمة منتظمة داخل النفق بقيمة حوالي ٩٥ dBA وهي درجة الإزعاج .

أما الأشكال من (٤-٩٧) إلى(٤-١٠٤) تمثل توزيع سرعات الهواء ومعدل تصرفه ودرجات الحرارة ودرجة نقطة الندى والرطوبة النسبية ونسبة الأكسجين O2 ونسبة ثاني أكسيد النيتروجين CO2 ونسبة أول أكسيد الكربون CO وثاني أكسيد الكبريت SO2 وشدة الضوضاء بطول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت في المسار من إبراهيم الخليل — اجياد السد .

الشكل (٤-٩٧) يوضح توزيع سرعات الهواء بطول النفق من الداخل ويتضح منها أن القيمة متأرجحة ما بين ١-٣م/ث. الشكل (٤-٩٨) يوضح توزيع درجات الحرارة بطول النفق من الداخل ويتضح من المنحنى أن درجات الحرارة منتظمة داخل النفق وهي في حدود ٣٠°م و لم تتجاوز الحد ألادنى المسموح به . الشكل (٤-٩٩) يوضح توزيع الرطوبة النسبية بطول النفق من الداخل وبين المنحنى ان القيمة منتظمة بداخل النفق وفي حدود ١٨% وهي منخفضة. الشكل (٤-١٠٠) يبين توزيع نسبة الاكسجين O2 بطول النفق من الداخل والمنحنى يوضح ان القيمة شبة منتظمة وبقيمة حوالي ٢٠,٦% وهي مطمئنة . والشكل (٤- ١٠١) يبين توزيع نسبة ثاني أكسيد النيتروجين NO2 بطول النفق من الداخل والمنحنى يبين ان القيمة منتظمة داخل النفق وفي حدود ١,٥ *ppm* وبالطبع تجاوزت الحد الادنى المسموح به . والشكل (٤-١٠٢) يبين توزيع أول أكسيد الكربون CO بطول النفق من الداخل والمنحنى يبين أن القيمة متفاوتة ما بين ٥٠ — ٢٠٠ *ppm* وهذا بالطبع نتيجة لعدم انتظام سرعات الهواء داخل النفق وبالطبع تلك القيمة تعدت الحد المسموح به بكثير جدا . والشكل (٤-١٠٣) يوضح توزيع ثاني أكسيد الكبريت SO2 بطول النفق من الداخل والمنحنى يبين ان القيمة شبه منتظمة في حدود ٢,٥ *ppm* متجاوزة الحد الاولي المسموح به وهو ٠,٣٥ *ppm*، والشكل (٤-

١٠٤) يبين توزيع شدة الضوضاء بطول النفق من الداخل والمنحنى يبين ان القيمة منتظمة وفي حـــدود ٩٤ dBA وتلك الدرجة تسمى درجة إزعاج

٤-٤-٩ الدراسة الميدانية في نفق السوق الصغير في يوم ١٤٢١/٢/١٧هـ :

الأشكال من (٤-١٠٥) الى(٤-١٢٠) تمثل توزيع سرعات الهواء ومعدل تصرفه ودرجـــات الحـــرارة ودرجة نقطة الندى والرطوبة النسبية والأكسجين O2 وثاني أكسيد النيتروجين NO2 ونســـبة أول أكســـيد الكربون CO وثاني أكسيد الكبريت SO2 وشدة الضوضاء بطول النفق من الداخل و أيضا مع الوقـــت. في المسار من السد إلى إبراهيم الخليل والمسار من إبراهيم الخليل إلى السد. أجريت تلك الدراسة لتبين الفـــرق بين الأيام الاعتيادية في النفق وأيام الذروة مثل أيام الحج والأشكال كلها تبين تقريبا نفس توزيعات الســرعات والأكسجين O2 وثاني أكسيد النيتروجين التي قست في أيام الذروة . والاختلاف هنا فقط بـــأن درجـــات الحرارة ارتفعت نتيجة اختلاف وقت القياس ، ونسبة اول اكسيد الكربون انخفضت وتأرجحت ما بين صفـــو و ٦٠ *ppm* وهذا يدل على العلاقة بين حجم المرور وازدياد الزحام ونسبة أول أكسيد الكربون وثاني أكســيد الكبريت SO2 انخفضت أيضا مقارنة بأيام الذروة فأقصى نتيجة وصلت ٠,٨ *ppm* وهي بالطبع أعلى ايضا مـن الحد المسموح به وهو ٠,٣٥ *ppm* وهذا يأكد بأهمية حل تلك الجزئية وذلك باستخدام بـــنزين خـــالي مـــن الرصاص في الحريق والتقليل بقدر الإمكان من الحافلات التي تعمل بالديزل.

و أما بالنسبة لقيمة شدة الضوضاء انخفضت نسبيا ووصلت القيمة ما بين ٩٢ — ٨٨ dBA بالطبع اقل مـــن قيمة قياسات أيام الذروة وهذا يبين تأثير الزحام وحركة الحافلات وحركة سيارات الإسعاف على قيم شـــدة الضوضاء .

نتائج الدراسة الميدانية التي تمت وبتحليل تلك النتائج يتضح الآتي :-

أن المتخصصون في مجال الاحتراق والبيئة يبذلون جهودا مضنية للحد من الانبعاثات خاصة بعد أن أصبحـــت المشاكل البيئية تهدد العالم بأسره — وتجدر هنا أن هناك العديد من السبل تتكامل جميعـــها لتخفيـــض تلـــك الانبعاثات. ولهذا السبب تمت القياسات في تسعة أيام. مقسمة على خمسة ايام في نفق الملك خالد و أربعـــة أيام في نفق السوق الصغير. وقد أخذت تلك القياسات في أيام عادية لمعرفة الحالـــة الاعتياديـــة وأخـــذت القياسات في أوقات الذروة للمقارنة.

أولا : بالنسبة لنفق الملك خالد والدراسة تمت في أيام (٥-٧-١١-١٢) ١٤٢٠هـ :

١ — بالنسبة لتغير سرعات الهواء فوجد تفاوت وعدم انتظام سرعات الهواء داخل النفق وكانت تـتراوح سرعات الهواء ما بين ١ — ٥ م/ث مما يؤكد ضرورة التوقف عند نظام التهوية داخل النفق .

ونقترح هنا زيادة عدد مراوح ضخ الهواء بمعنى وضع صف من مراوح ضخ الهواء في منتصف النفق في السقف بالإضافة إلى المراوح الموجودة على الجانبين مع مراعاة أن تكون المسافة بين منتصف المروحة ومنتصف المروحة الأخرى ١٠ HD حيث HD هو الطول الاعتيادي للمروحة (*4A/P*) حيث *A* مساحة المروحة و *P* المحيط، ويراعى أن يركب بالمروحة Silencer (كاتم الصوت) بالطبع لخفض مستوى الضوضاء الخارج من المروحة.

٢ – بالنسبة لبند درجات الحرارة الحقيقة معظم القياسات أثبتت أن درجات الحرارة شبه منتظمة داخل النفق وليس هناك خطورة لأنها لم تتجاوز الحد المسموح به فكانت تتراوح بين ٣٠ – ٣٥°م وتلك الحرارة لا تمثل خطورة مازالت في حد الأمان بالنسبة للناس والحجيج.

٣ – بالنسبة لأول أكسيد الكربون CO وجد أن نسبة CO في الأيام العادية لم تتجاوز نسبة أول أكسيد الكربون ٣ *ppm* وهذه النسبة بالطبع لم تتجاوز الحد المسموح به وهو ٣٠ *ppm* ، وبالطبع يوم ١٤٢٠/١٢/٧هـ لم يتجاوز نسبة أول أكسيد الكربون ١٥ *ppm* مازالت تحت الحد المسموح به. وأما في يوم ١٤٢٠/١٢/١١هـ تراوحت قيم CO ما بين(٥٠ – ٢٥٠) *ppm* وبالطبع تلك القيمة تجاوزت الحد الأدنى المسموح به وهو ٣٠ *ppm* وجدت انه كلما زادت سرعات الهواء داخل النفق قلت نسبة CO داخل النفق وبالطبع ٢٥٠ *ppm* نسبة عالية جدا تحتاج لعلاج ولعلاج هذا الأمر له شقان :-

أولا :- إعادة النظر في نظام التهوية وسبق الاقتراح بزيادة المراوح وخصوصا وضعها في منتصف سقف النفق وتكون من المراوح المحورية ويكون معدل انسياب الهواء عالي جدا اكبر من (٧٠٠٠٠ م٣/ ساعة) وتكون سرعات الهواء حوالي ٣٠ م/ث.

ثانيا :- تنظيم دخول السيارات إلى النفق حسب ما هو متبع ويكون مركب مجسات في أماكن مختلفة في النفق تعطى مؤشرات حسب مستوى التلوث وبالتالي تنظم حركة السيارات بحيث يؤدي ذلك إلى عدم تكدس السيارات والحافلات داخل النفق – ويمنع منعا باتا دخول السيارات الصغيرة وتوضع كاميرات تصوير لتصوير حركة المرور ومحاولة معرفة عدد المركبات لعمل علاقة بين حجم المرور ومستوى التلوث (نوعية الهواء) ويراعى ان تخضع حركة السيارات لنظام ملزم. و المطلوب معرفة نوع الوقود المستخدم وحالة المركبة ومحاولة تركيب مرشحات على مواسير العادم.

٤ – بالنسبة لثاني أكسيد الكبريت SO2 الحقيقة وجدت نسبة ثاني أكسيد الكبريت معقولة لكن بالنسبة لأيام الذروة وصلت إلى ١,٥ *ppm* وهذه النسبة تجاوزت الحد الأدنى المسموح به وهو ٠,٤ *ppm*. المقترح هنا إنتاج بنزين خالي من الرصاص وإلزام سيارات وحافلات الحج باستخدامه ويكون هذا الأمر ملزم.

٥ – بالنسب لشدة الضوضاء داخل النفق فوجدت معظم الأيام قيمتها حوالي ٩٥ dBA وتلك الدرجة تسمى درجة إزعاج ، والمقترح هنا تركيب Silencer كاتم للصوت في المراوح لتخفض مستوى الضوضاء إلى ٧٠ dBA. أما بالنسبة لنفق السوق الصغير ودراسته تمت في أيام ٦، ١٠، ١٣، ١٢/١٢/ ١٤٢٠هـ :- والقياسات أخذت في أيام عادية لمعرفة الوضع الاعتيادي والقياسات تمت في أوقات الذروة .

١ – بالنسبة لسرعت الهواء: معظم القياسات أثبتت ان سرعة الهواء داخل النفق متفاوتة ومنخفضة بسرعة تتراوح ما بين(١.٥ – ٣) م/ث وهذا يؤكد أهمية دراسة نظام التهوية. وهذا النفق به ثلاث أنواع من المراوح (٢٣ Exhaust Fans (٢٧) ، Jet Fans (١٨) ، Supply Fans ، وثلاث ٣ Air Handing Unite . ويقترح زيادة عدد Jet Fens ويوضع صف في منتصف سقف النفق وتكون بمواصفات Jet Fans المركبة . فتحات خروج الهواء في Supply fans تنظف جيدا ومن وقت إلى آخر تجرى عملية صيانة . وبالطبع لو نظفت أماكن خروج الهواء سترتفع كفاءة المراوح ، وتزيد من تدفق الهواء النقي داخل النفق . منع المفترشين من استخدام فتحات التهوية العلوية للنفق حيث يمنعون تدفق الهواء النقي إلى داخل النفق .

٢ – بالنسبة لدرجات الحرارة معظم القياسات أثبتت أن درجة الحرارة داخل النفق منتظمة ولكنها مرتفعة بعض الشيء بالطبع نتيجة الزحام وزيادة عدد المركبات والقيم في حدود ٣٣-٣٥درجة مئوية هذه مرتفعة بعض الشيء لكنها ما زالت في منطقة الأمان .

٣ – بالنسبة لأول أكسيد الكربون CO وجد أن نسبة CO في الأيام العادية نسبة منخفضة لم تتجاوز الحد الأدنى المسموح به لكن في أيام الذروة مثل وصلت ٢٢٥ *ppm* وهذه نسبة عالية جدا والحد المسموح ٣٠ *ppm* وبالطبع لعلاج هذا الأمر :-

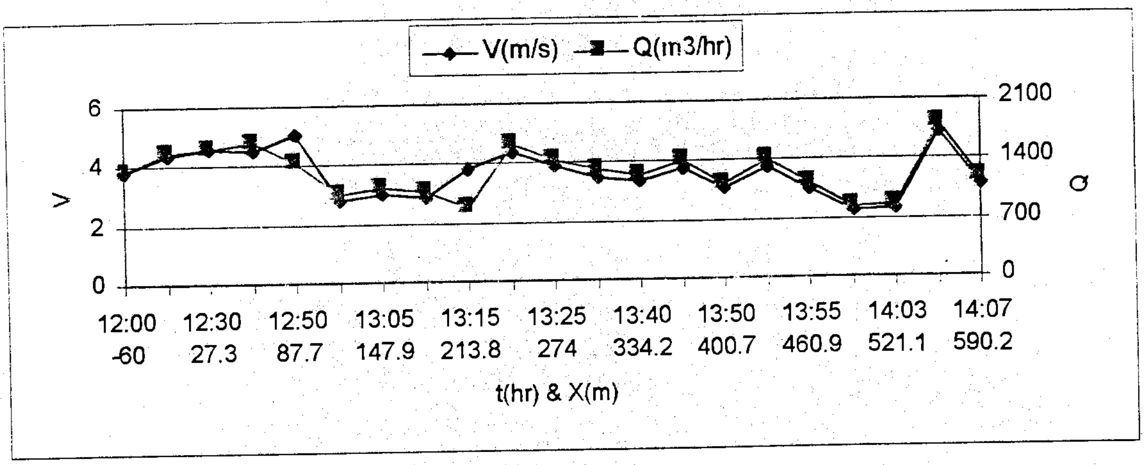
أولا :- إعادة النظر في أنظمة التهوية كما سبق الذكر .

ثانيا :- كما سبق الذكر في نفق الملك خالد بالنسبة حركة مرور السيارات والحافلات .

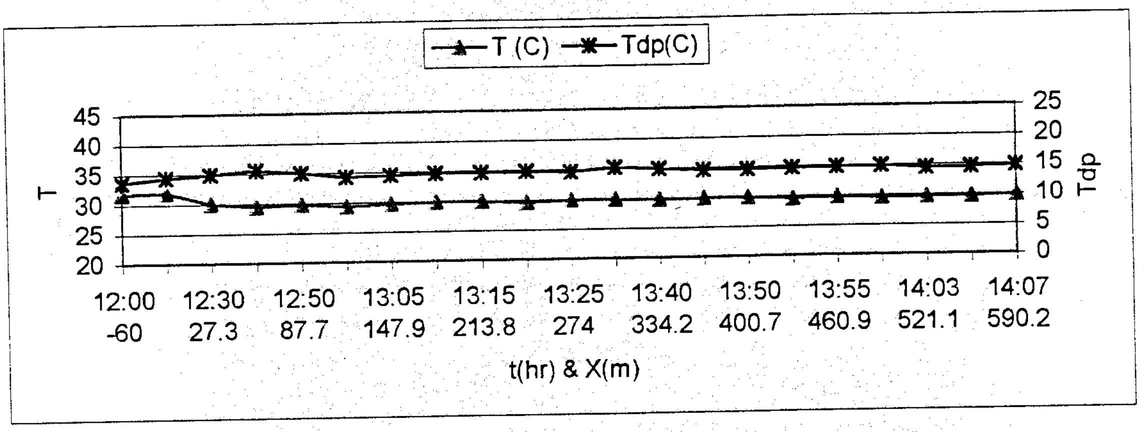
وبالإضافة الى ما ذكر في نفق الملك خالد ومن السجلات وجد ان عدد المركبات المشتركة في موسم الحج ١٩٩٦ توجد ١٠٠٠٠ مركبة بالطبع هذا الرقم كبير جدا ولذلك لا بد من إجراءات تعمل على خفض الانبعاثات إلى الجو وذلك عن طريق خفض كمية الوقود المحترقة وإجراء آخر خفض الانبعاثات لكل طن بترول مكافئ ويدخل في عملية الاحتراق وهو ما يسمى بمعامل الانبعاثات emission factor وتجدر الإشارة إلى ان ضبط عملية الاحتراق تؤدي أيضا خفض تكاليف الصيانة وزيادة العمر الإفتراضي للمعدة .

٤ – بالنسبة لثاني أكسيد الكبريت SO2 القياسات أكدت ارتفاع نسبة SO2 في النفق وصلت إلى ١,٥ *ppm* والحد المسموح به ٠,٤ *ppm* وهذا يؤكد بأن السيارات تعمل ببترين مضاف عليه نسبة رصاص وأيضا الحافلات تعمل بالديزل. والاجراء المطلوب هو استخدام بترين خالي من الرصاص كوقود ويكون هذا الأمر ملزم ، وضبط عمليات الحريق بالنسبة لكل السيارات والحافلات قبل الاشتراك في موسمي الحج ورمضان .

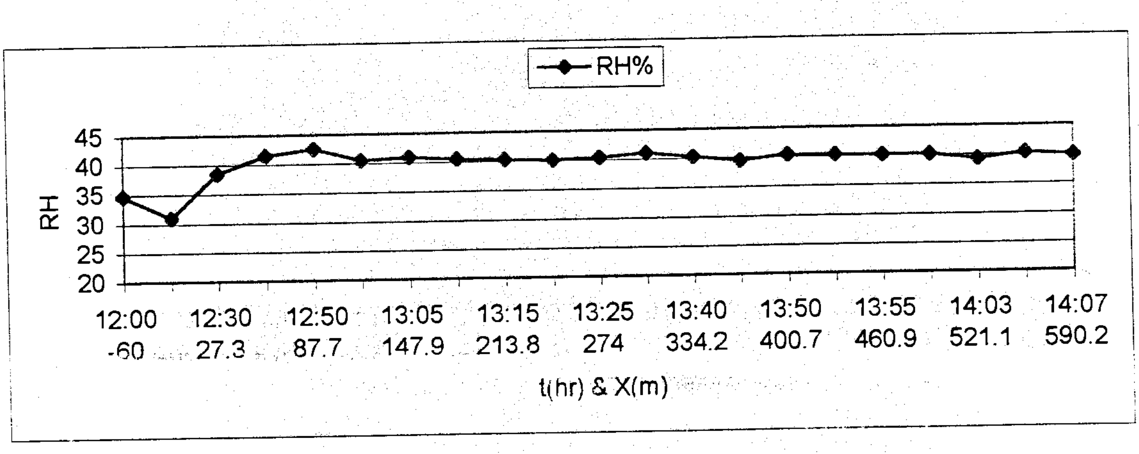
٥ – بالنسبة لمستوى شدة الضوضاء داخل النفق والقياسات أثبتت أن القيمة حوالي ٩٥ dBA وتلك القيمة تسمى درجة إزعاج فلا بد من تركيب Silencer كاتم للصوت في المراوح لخفض مستوى الضوضاء. ومعظم مستوى الضجيج لأي من ازدحام حركة السير والأصوات الصادرة من العربات والشاحنات وفي مقدمتها عربات الإسعاف والمرور وبالطبع من مراوح التهوية الموجودة في سقف الأنفاق .



شكل (٤-١) يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

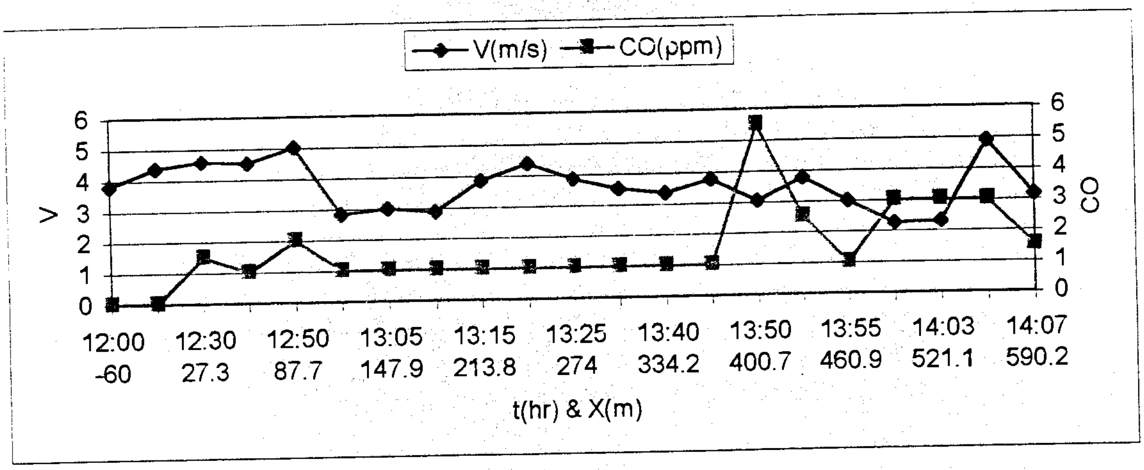


شكل (٤-٢) يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

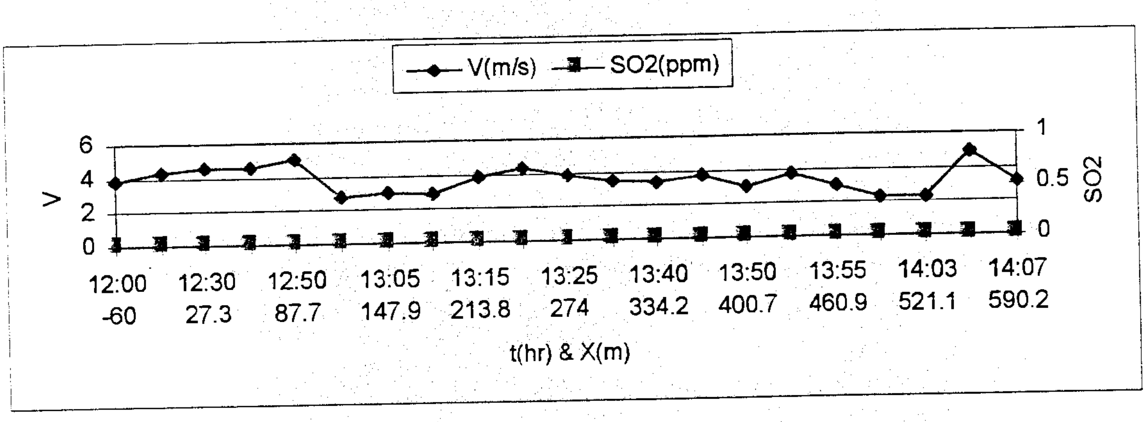


شكل (٤-٣) يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

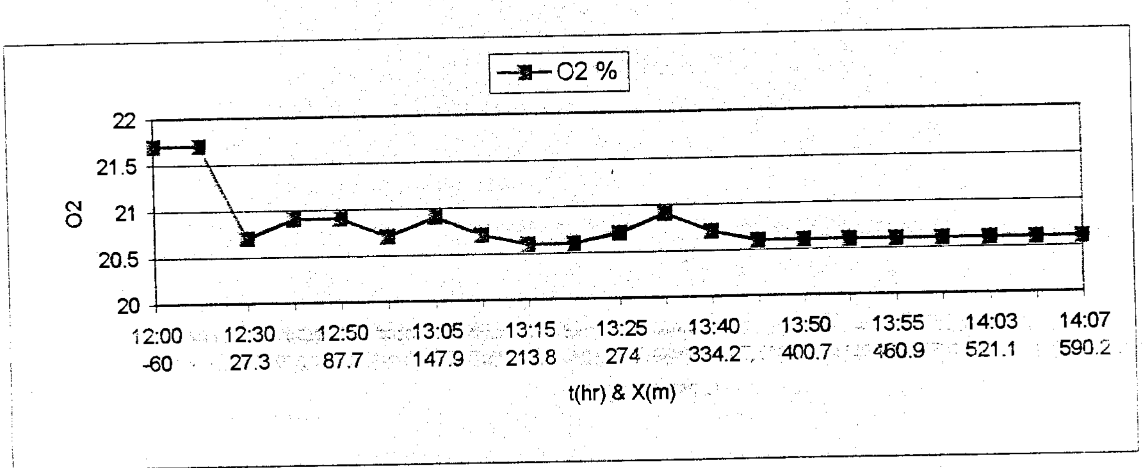
*القياسات بنفق الملك خالد (٠٥/١٢/١٤٢٠هـ) المسار من العزيزية إلى منى



شكل (٤-٤) يوضح توزيع أول اكسيد الكربون و سرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

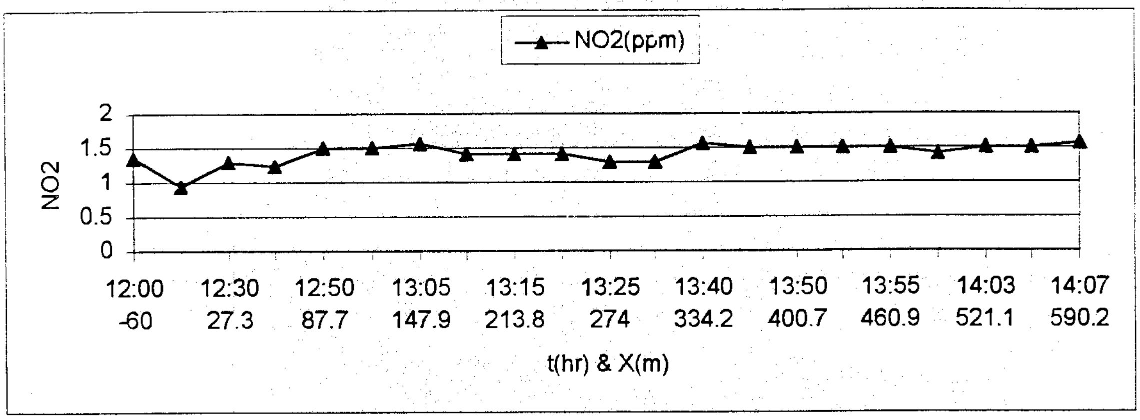


شكل (٤-٥) يوضح توزيع ثاني أكسيد الكبريت وسرعات الهواء على طول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت.

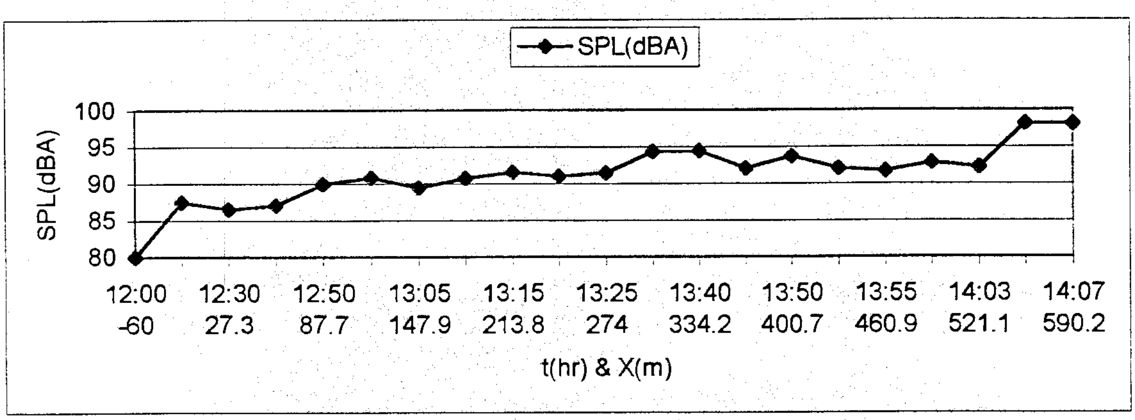


شكل (٤-٦) يوضح توزيع نسبة الاكسجين على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

*القياسات بنفق الملك خالد (١٤٢٠/١٢/٠٥هـ) المسار من العزيزية إلى منى :

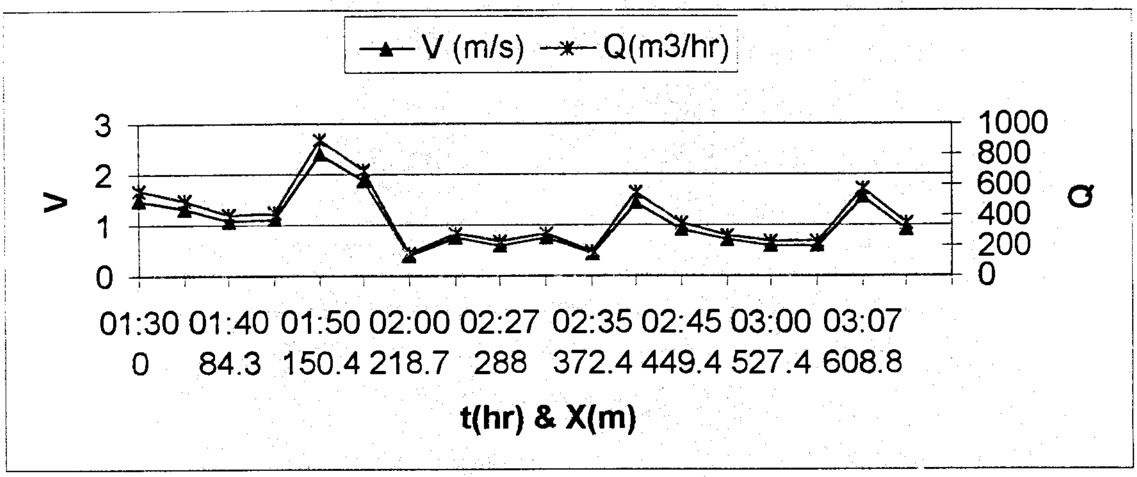


شكل (٤-٧) يوضح توزيع ثاني اكسيد النتروجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

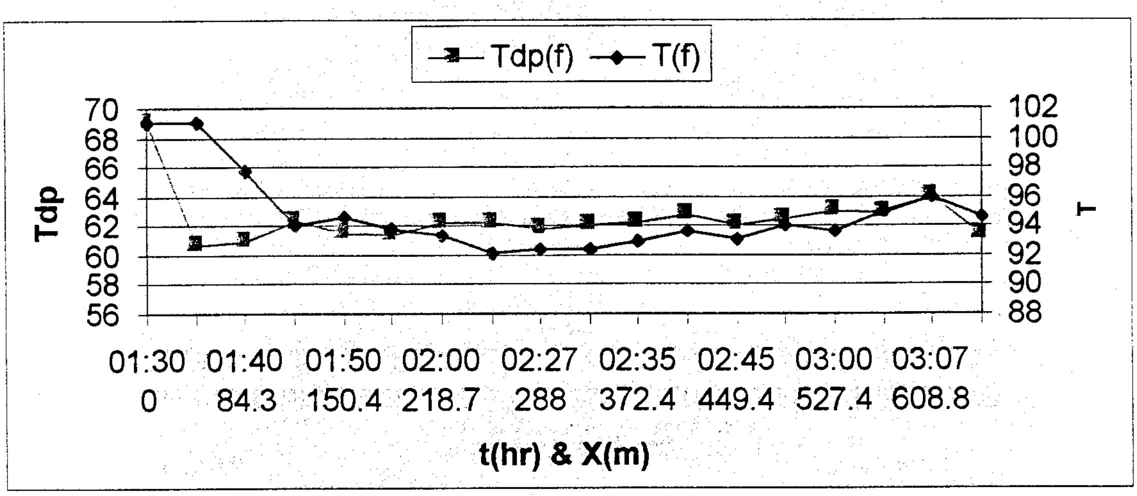


شكل (٤-٨) يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

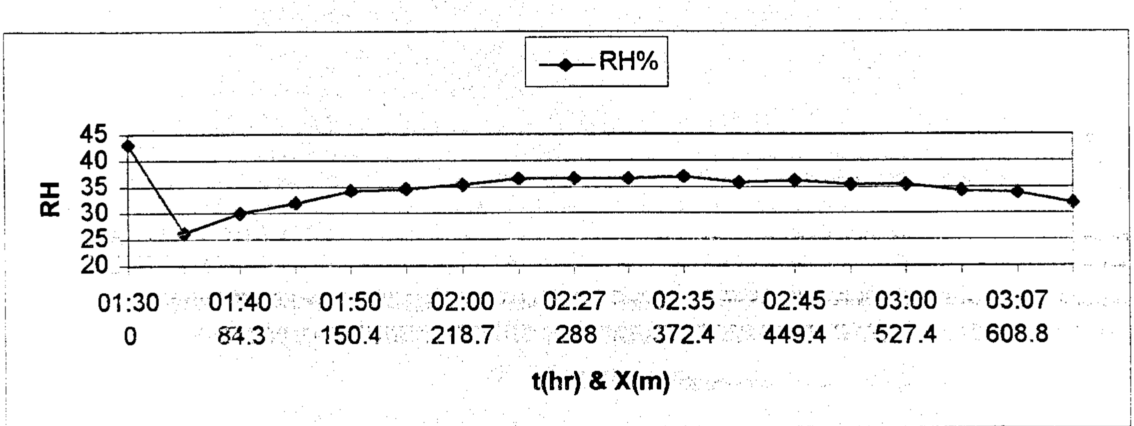
*القياسات بنفق الملك خالد (٠٥/١٢/١٤٢٠هـ) المسار من العزيزية إلى منى



شكل (٤-٩) يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

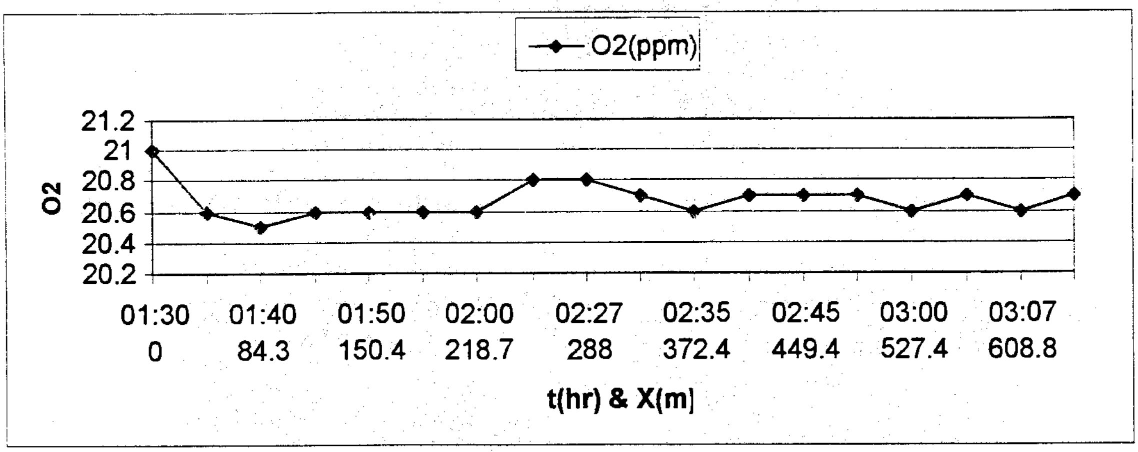


شكل (٤-١٠) يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

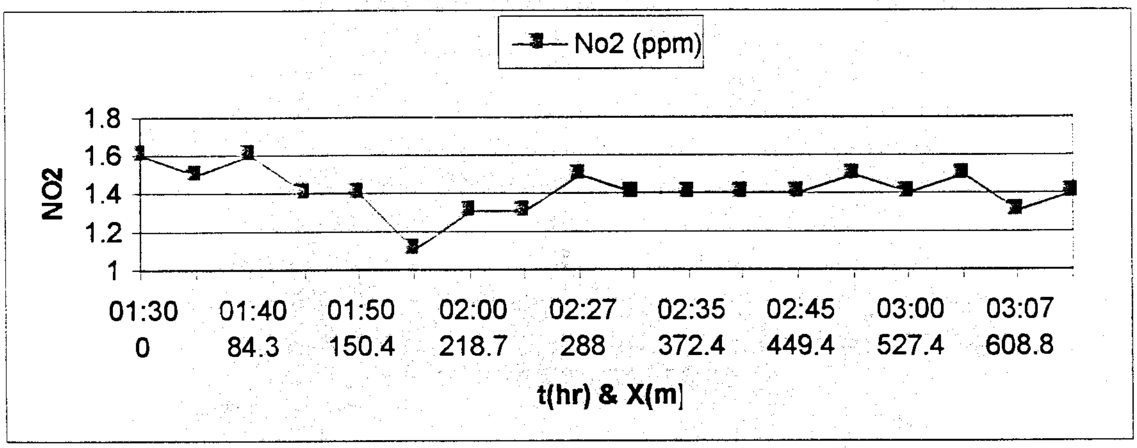


شكل (٤-١١) يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

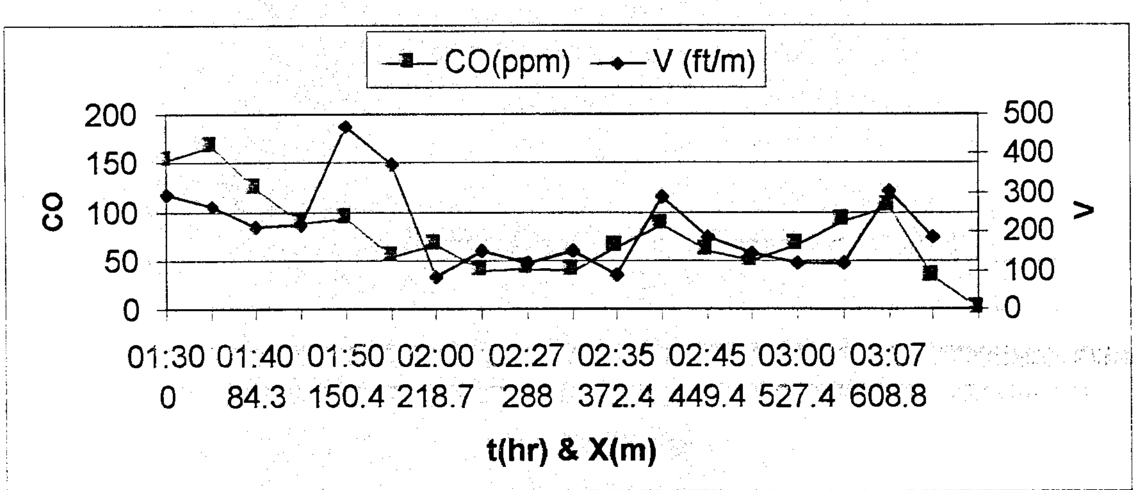
*القياسات بنفق السوق الصغير (١٤٢٠/١٢/٠٦هـ) المسارمن السد-أجياد-إبراهيم الخليل .



شكل (٤-١٢) يوضح توزيع نسبة الاكسجين على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

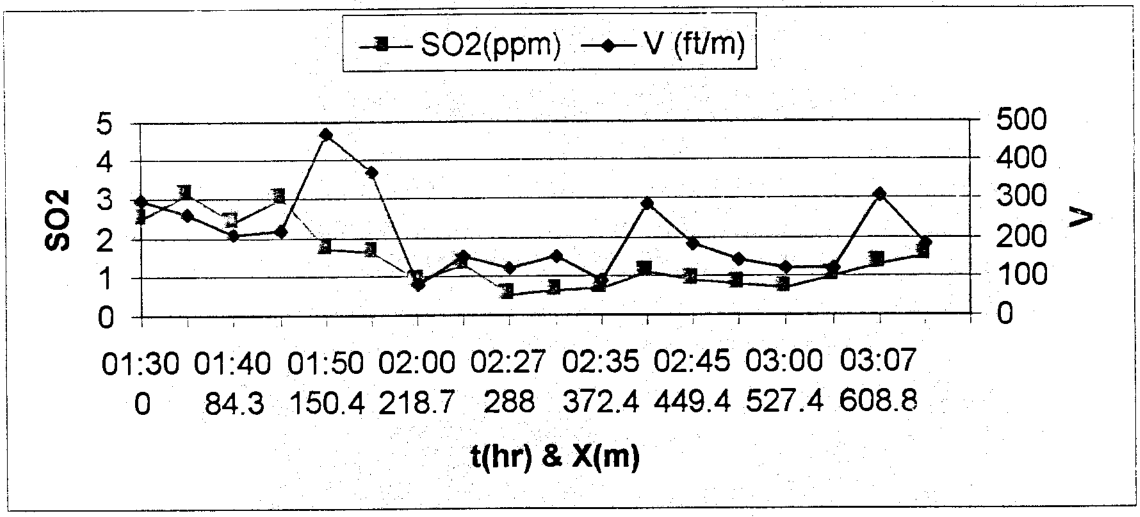


شكل (٤-١٣) يوضح توزيع ثاني اكسيد النتروجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

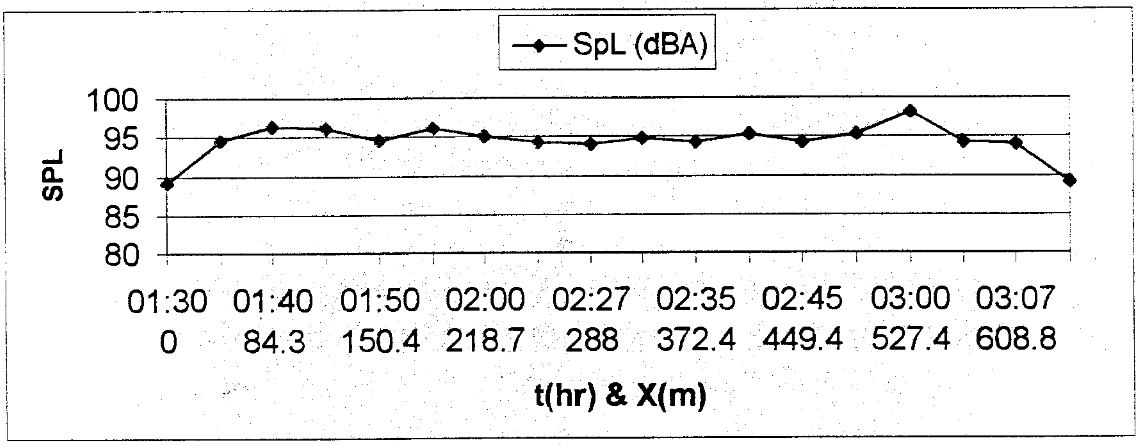


شكل (٤-١٤) يوضح توزيع أول اكسيد الكربون و سرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

*القياسات بنفق السوق الصغير (٠٦/١٢/١٤٢٠هـ) المسارمن السد-أجياد-إبراهيم الخليل .

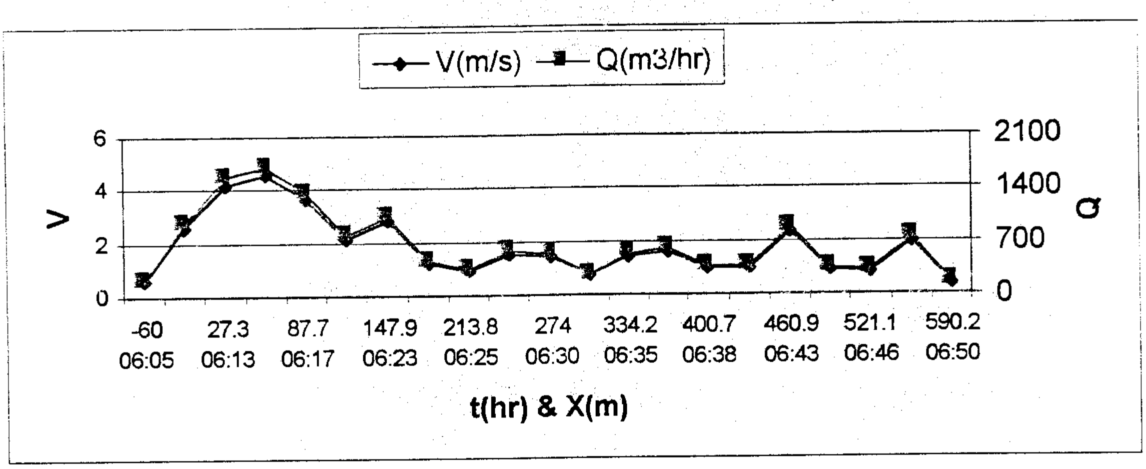


شكل (٤-١٥) يوضح توزيع ثاني أكسيد الكبريت وسرعات الهواء على طول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت.

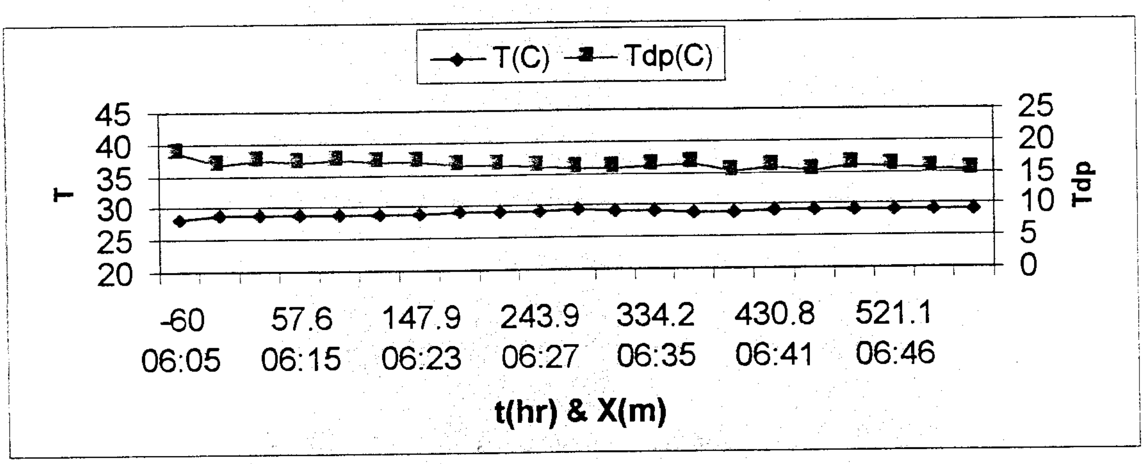


شكل (٤-١٦) يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

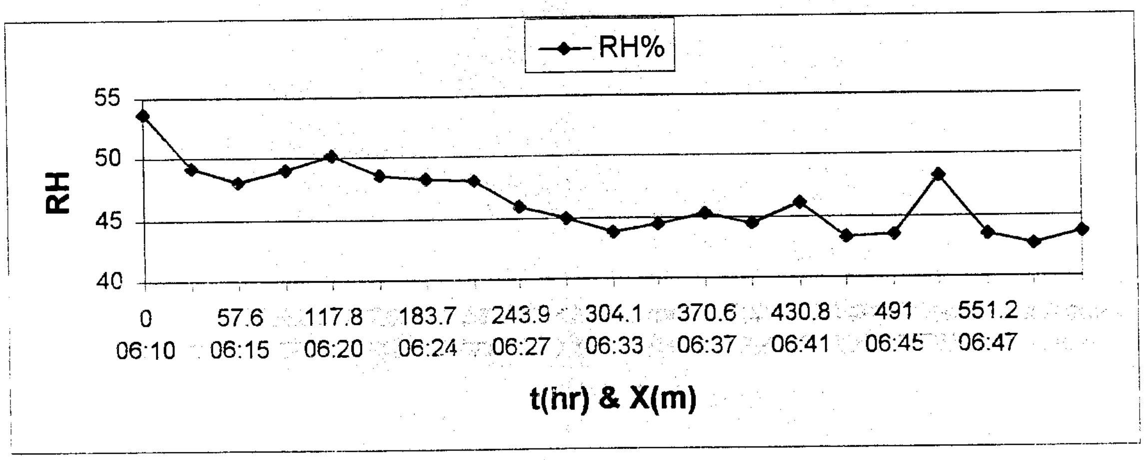
*القياسات بنفق السوق الصغير (٠٦/١٢/١٤٢٠هـ) المسارمن السد-أجياد-إبراهيم الخليل .



شكل (٤-١٧) يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

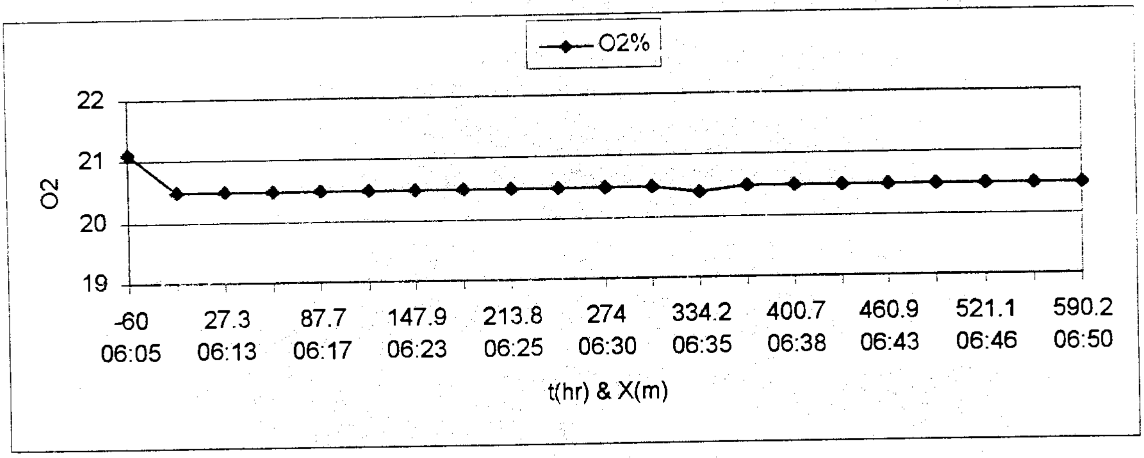


شكل (٤-١٨) يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

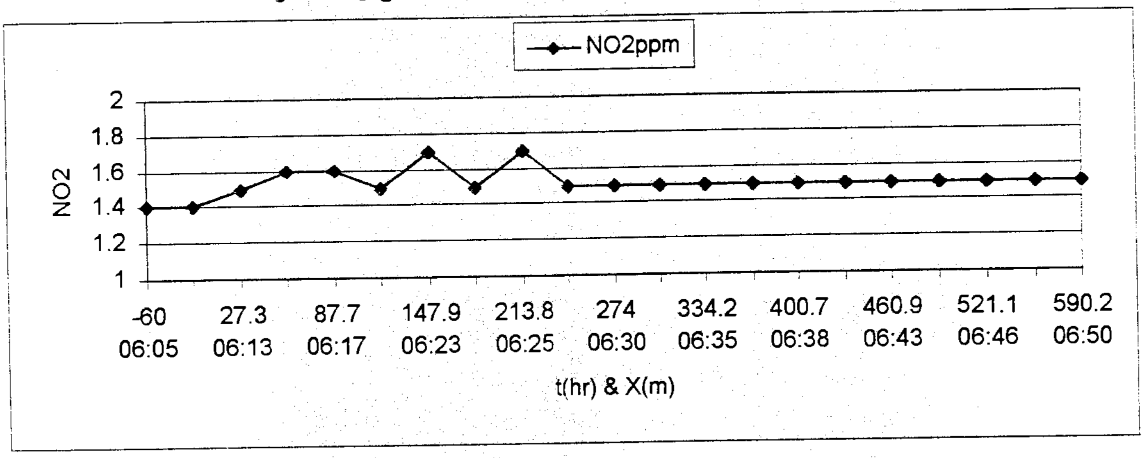


شكل (٤-١٩) يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

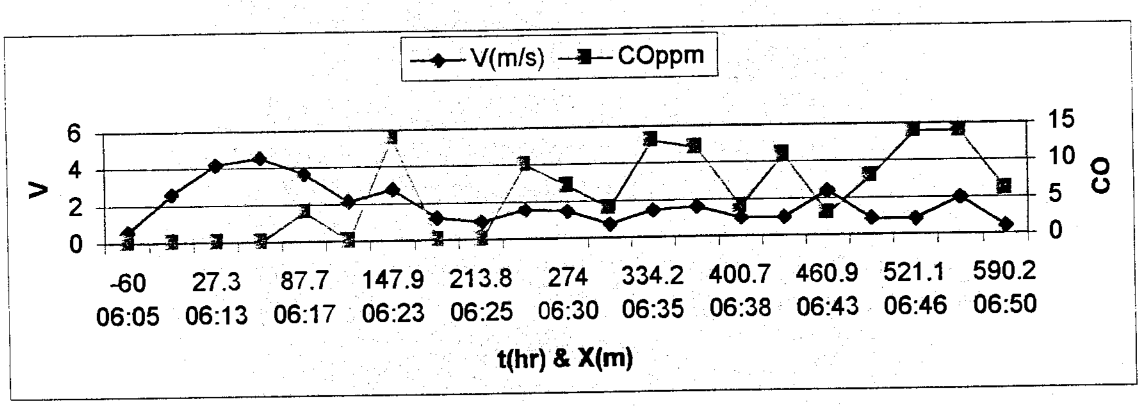
*القياسات بنفق الملك خالد (١٤٢٠/١٢/٠٧هـ) المسار من العزيزية إلى منى



شكل (٤-٢٠) يوضح توزيع نسبة الاكسجين على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

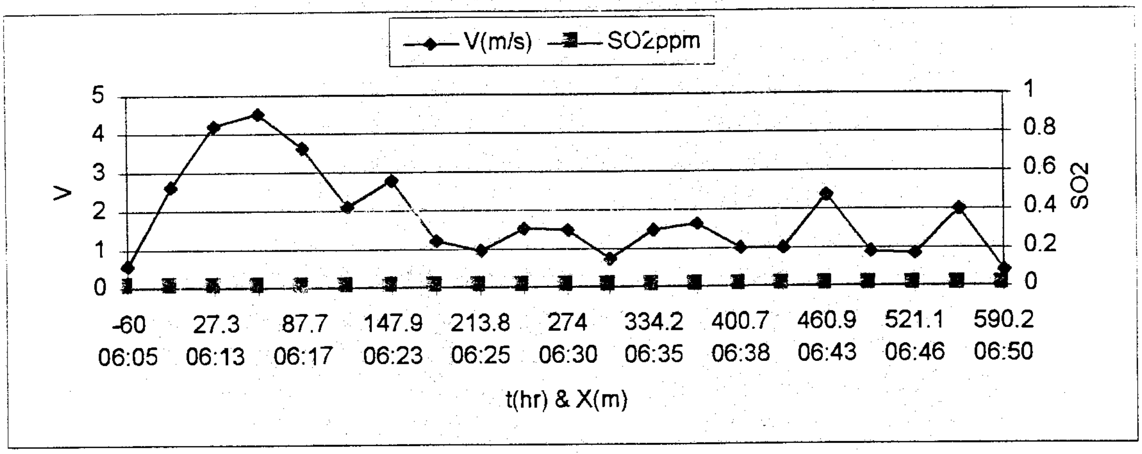


شكل (٤-٢١) يوضح توزيع ثاني اكسيد النتروجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

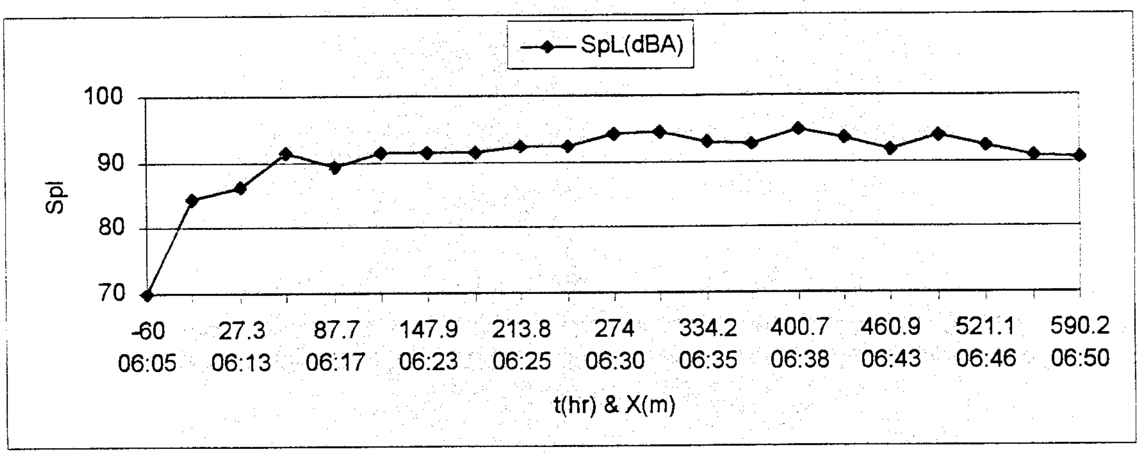


شكل (٤-٢٢) يوضح توزيع أول أكسيد الكربون و سرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

*القياسات بنفق الملك خالد (١٤٢٠/١٢/٠٧هـ) المسار من العزيزية إلى منى.

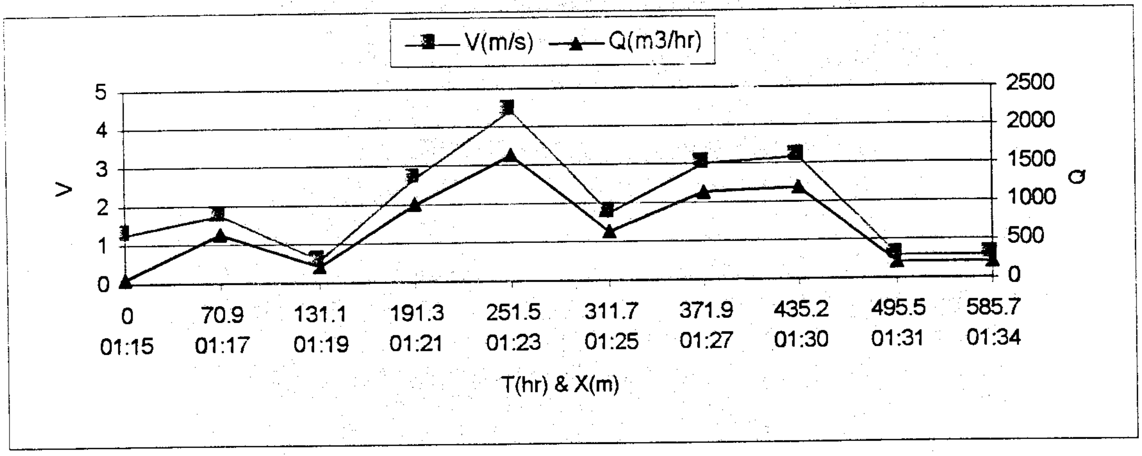


شكل (٤-٢٣) يوضح توزيع ثاني أكسيد الكبريت وسرعات الهواء على طول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت.

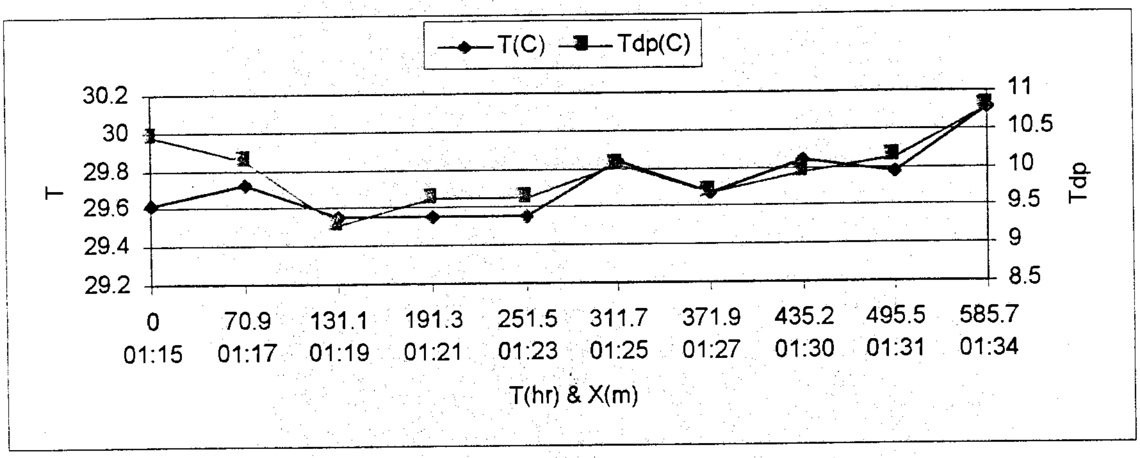


شكل (٤-٢٤) يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

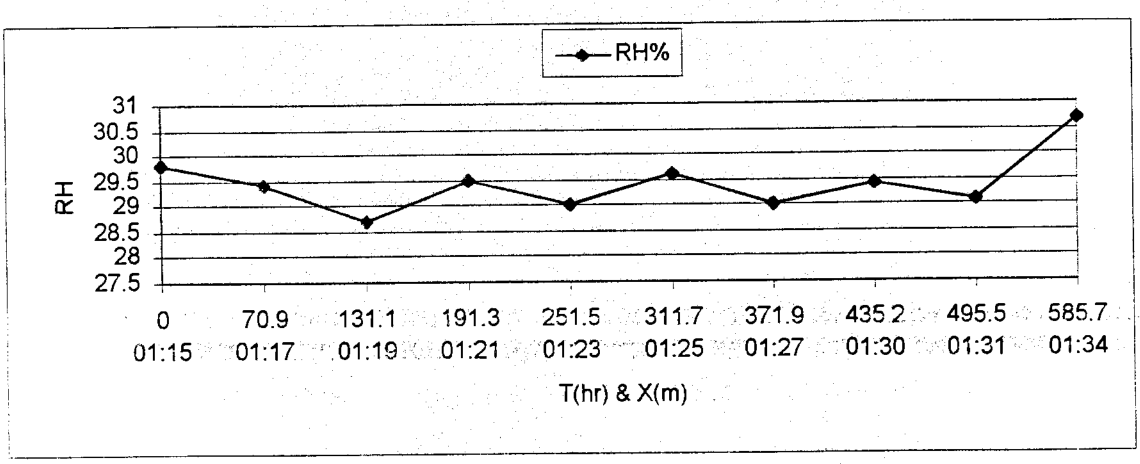
*القياسات بنفق الملك خالد (٠٧/١٢/١٤٢٠هـ) المسار من العزيزية إلى منى.



شكل (٤-٢٥) يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

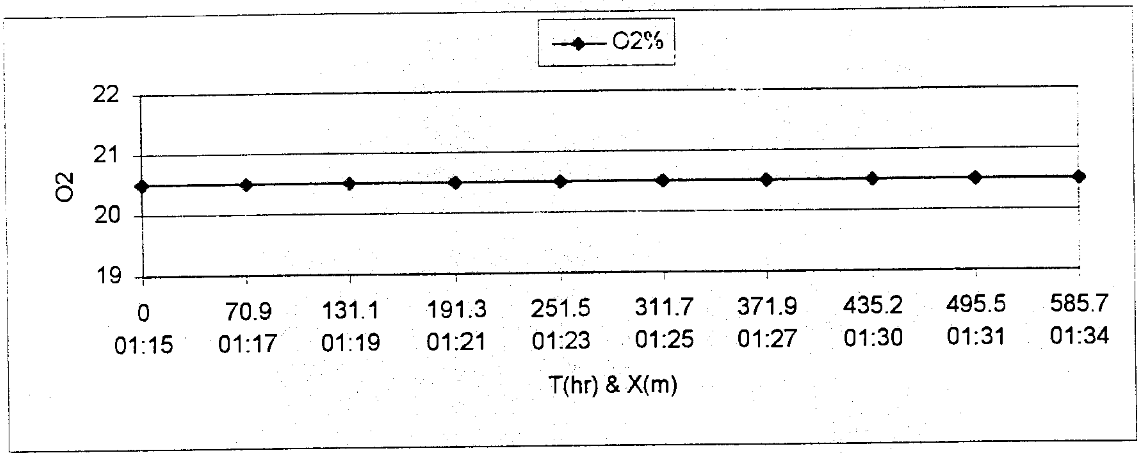


شكل (٤-٢٦) يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

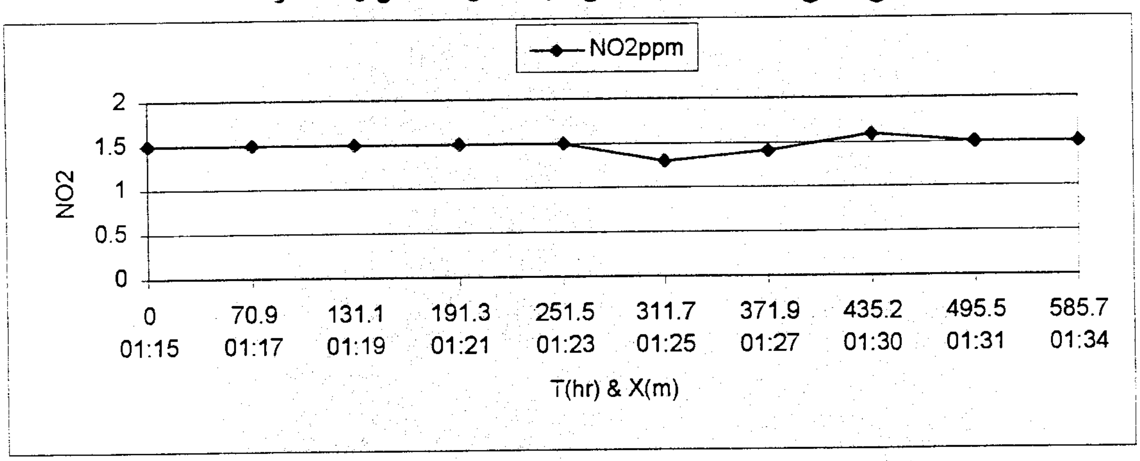


شكل (٤-٢٧) يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

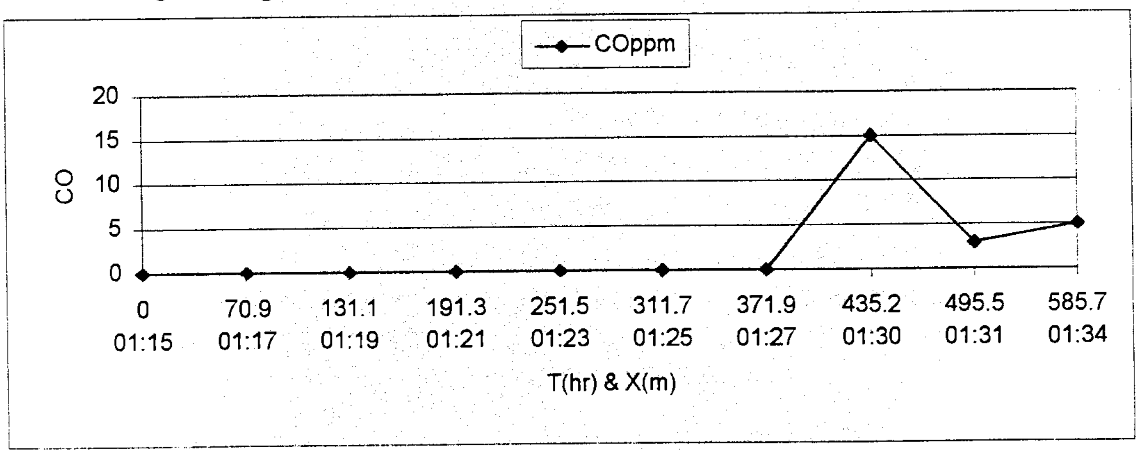
*القياسات بنفق الملك خالد (١٤٢٠/١٢/٠٨هـ) المسار من منى إلى العزيزية



شكل (٤-٢٨) يوضح توزيع نسبة الاكسجين على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

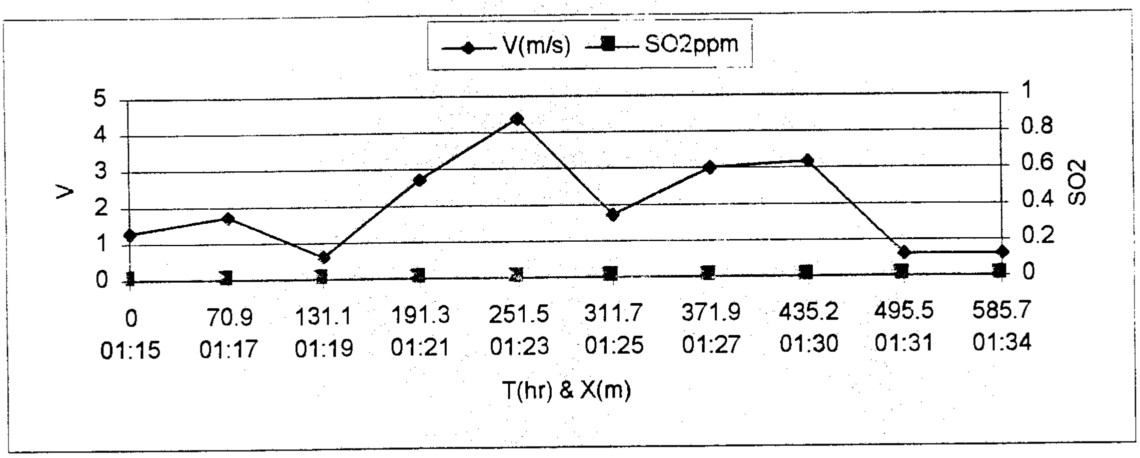


شكل (٤-٢٩) يوضح توزيع ثاني اكسيد النتروجين NO_2 على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

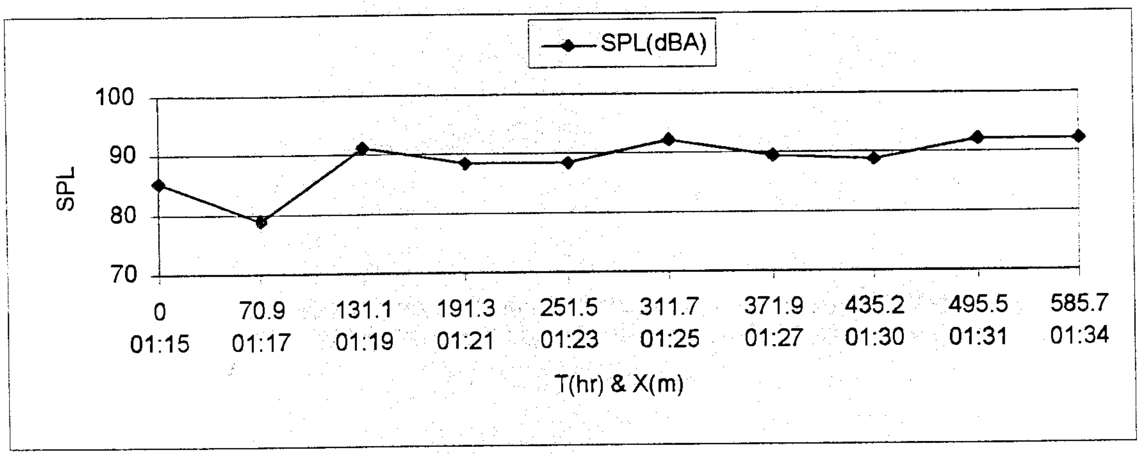


شكل (٤-٣٠) يوضح توزيع أول اكسيد الكربون و سرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

*القياسات بنفق الملك خالد (٠٨/١٢/١٤٢٠هـ) المسار من منى إلى العزيزية.

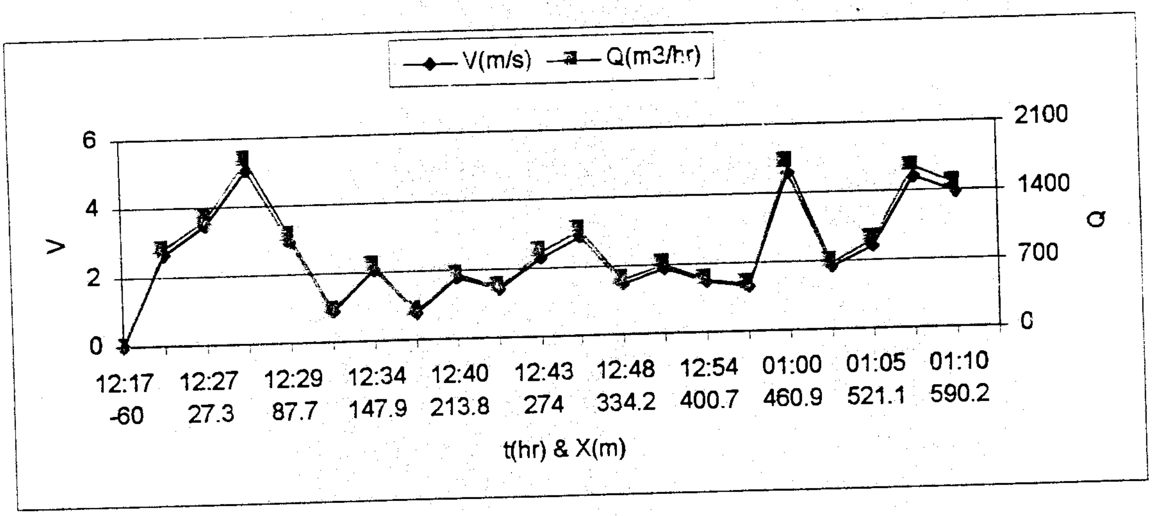


شكل (٤-٣١) يوضح توزيع ثاني أكسيد الكبريت وسرعات الهواء على طول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت.

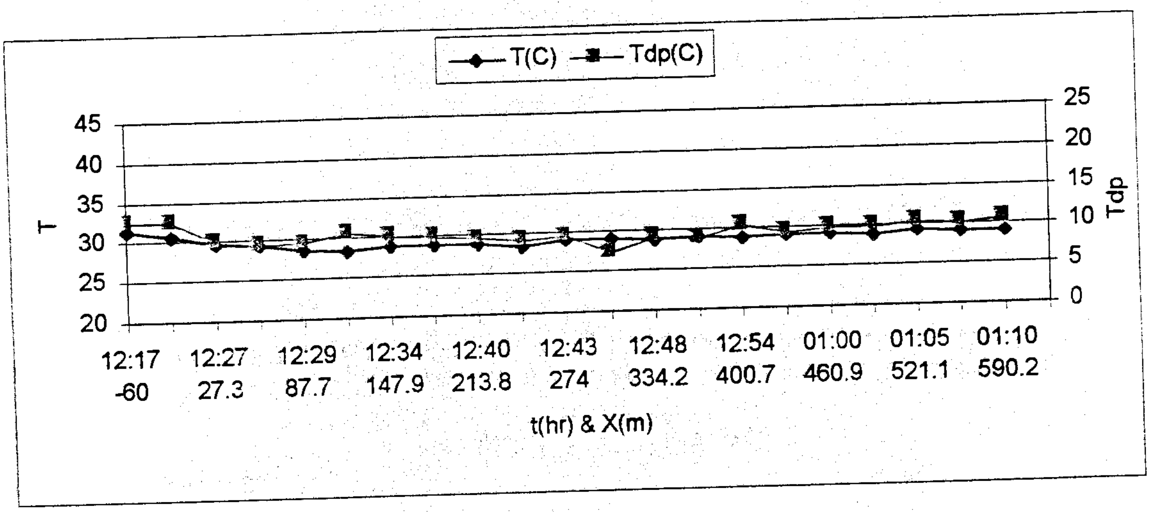


شكل (٤-٣٢) يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

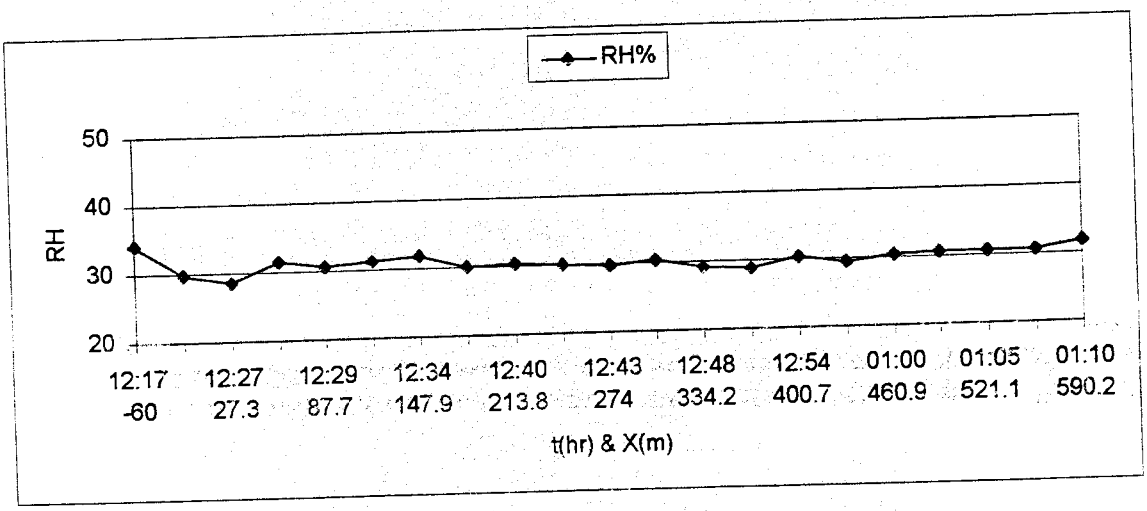
*القياسات بنفق الملك خالد (١٤٢٠/١٢/٠٨هـ) المسار من منى إلى العزيزية.



شكل (٤-٣٣) يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

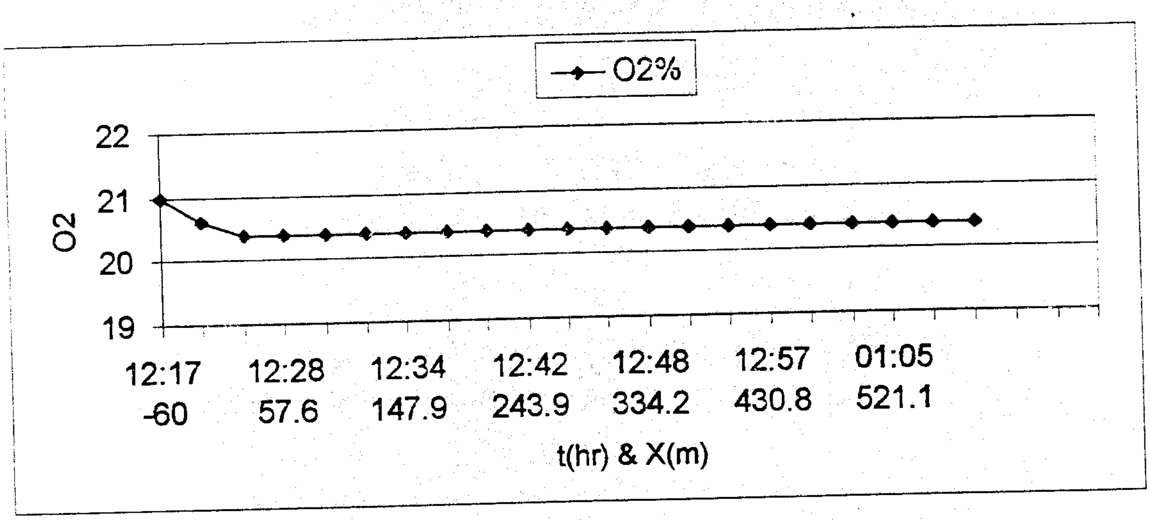


شكل (٤-٣٤) يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

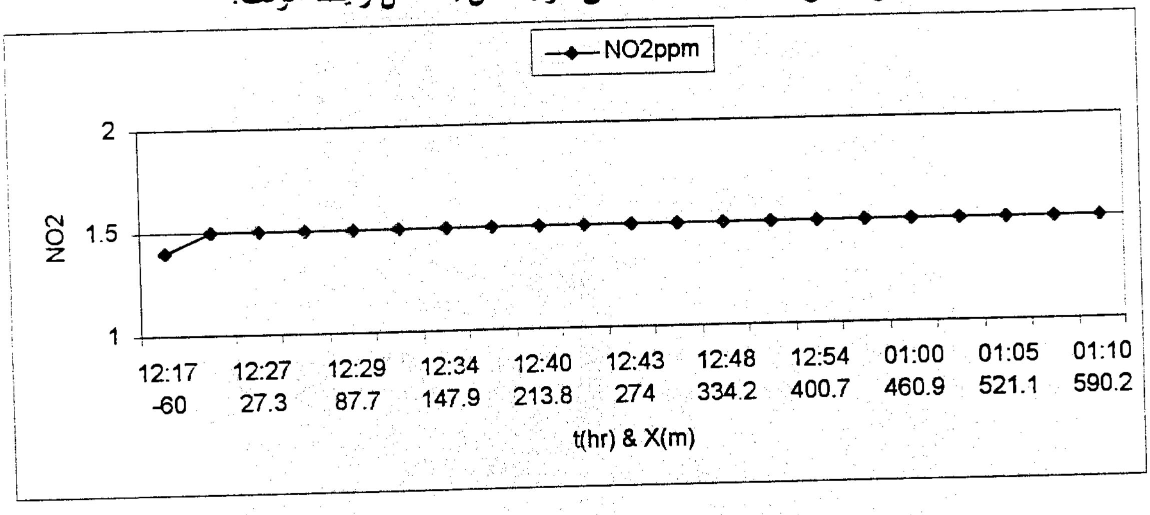


شكل (٤-٣٥) يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت. :

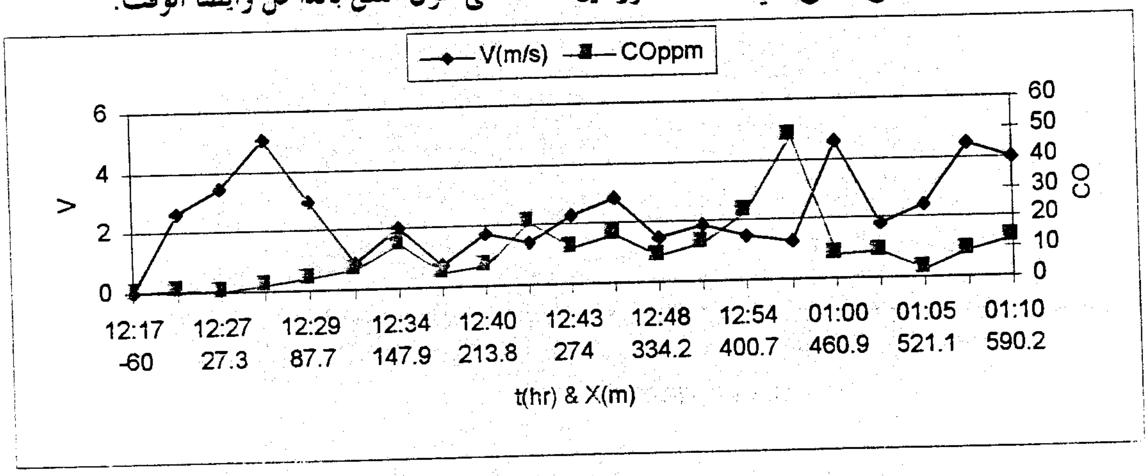
*القياسات بنفق الملك خالد (١٤٢٠/١٢/٠٨هـ) المسار من العزيزية إلى منى



شكل (٤-٣٦) يوضح توزيع نسبة الاكسجين على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.



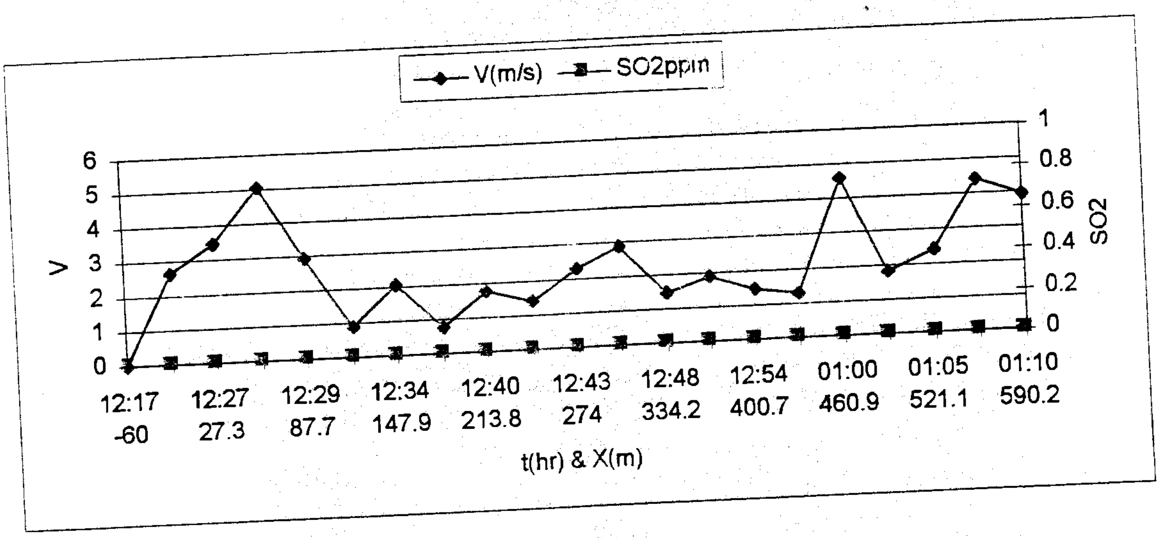
شكل (٤-٣٧) يوضح توزيع ثاني اكسيد النتروجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.



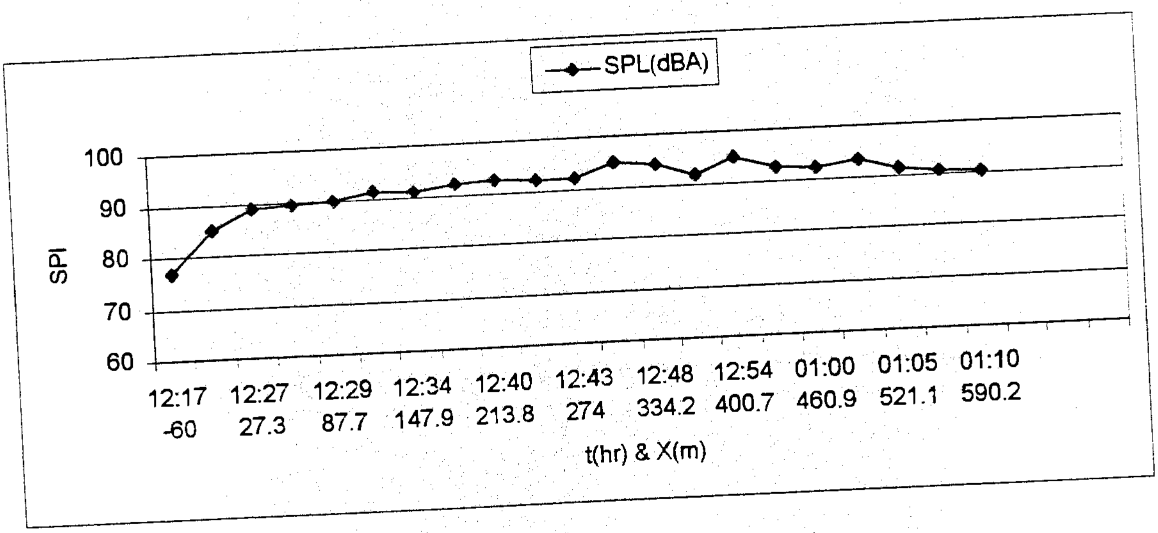
شكل (٤-٣٨) يوضح توزيع أول اكسيد الكربون و سرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

*القياسات بنفق الملك خالد (٠٨/١٢/١٤٢٠هـ) المسار من العزيزية إلى منى.

:

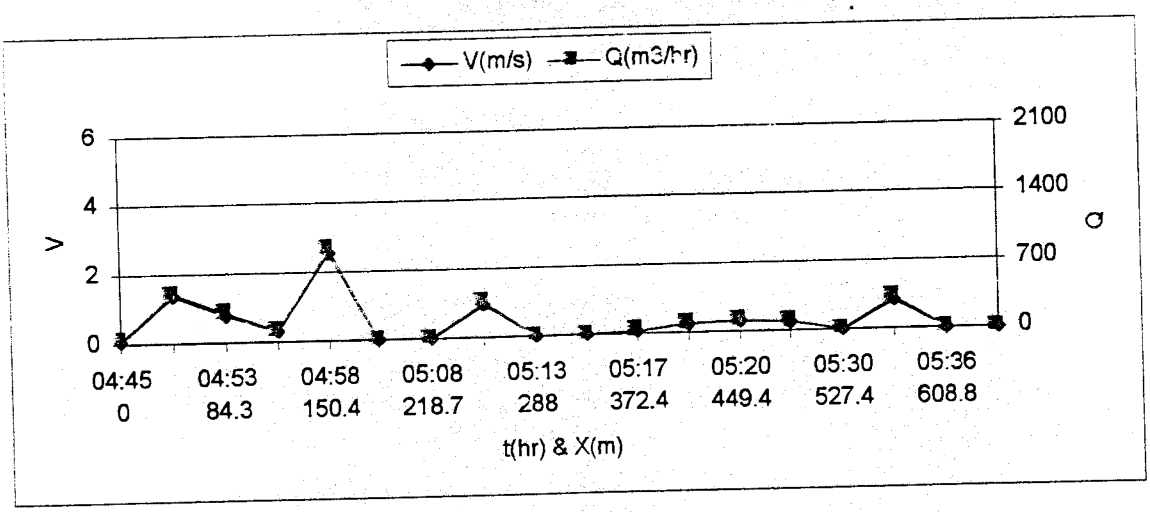


شكل (٤-٣٩) يوضح توزيع ثاني أكسيد الكبريت وسرعات الهواء على طول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت.

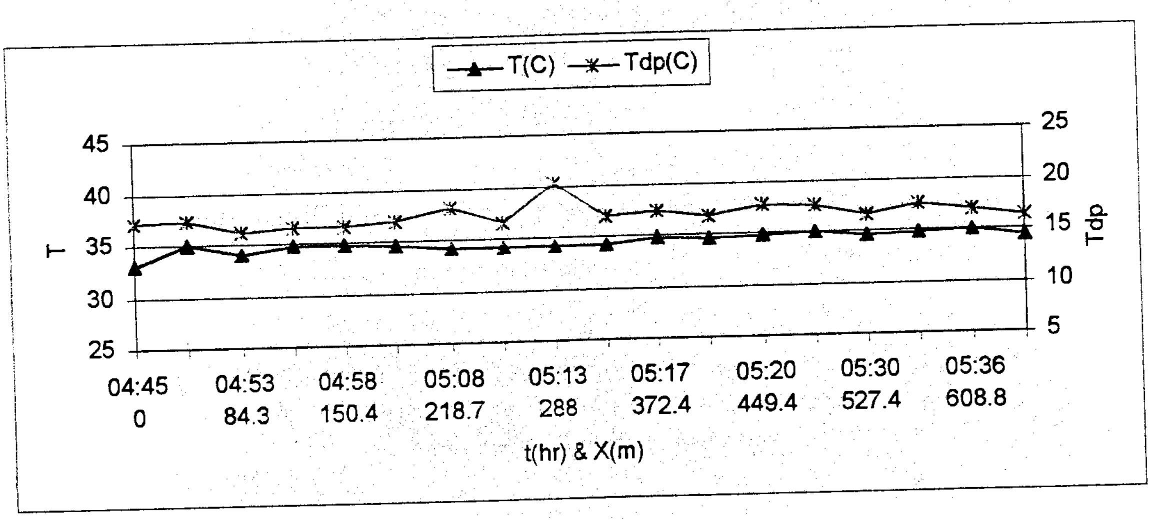


شكل (٤-٤٠) يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

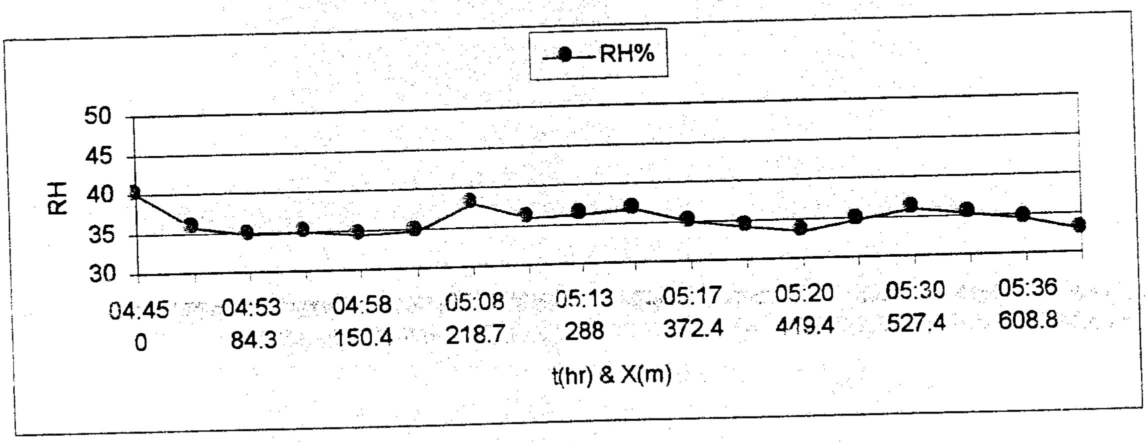
*القياسات بنفق الملك خالد (١٤٢٠/١٢/٠٨هـ) المسار من العزيزية إلى منى.



شكل (٤-٤١) يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

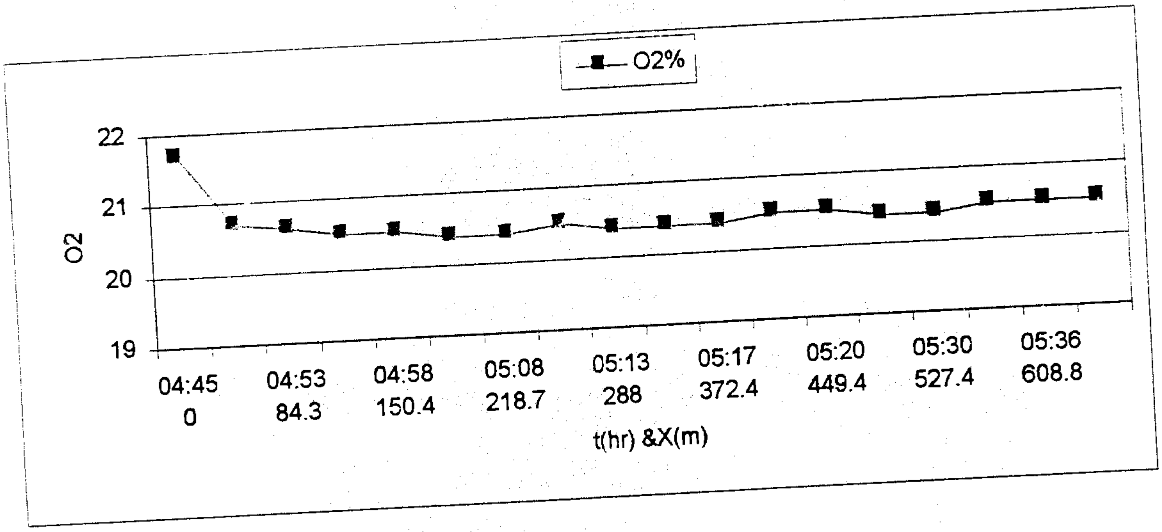


شكل (٤-٤٢) يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

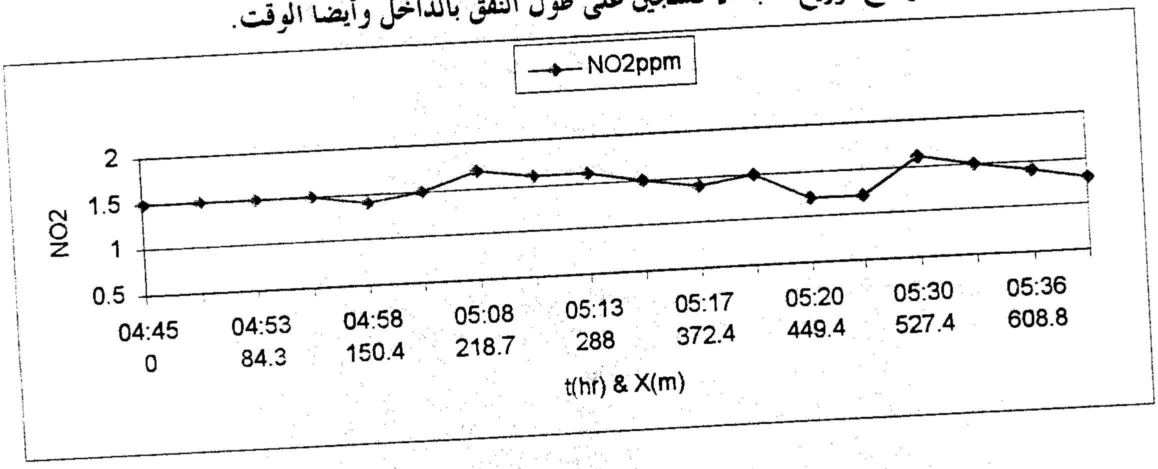


شكل (٤-٤٣) يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

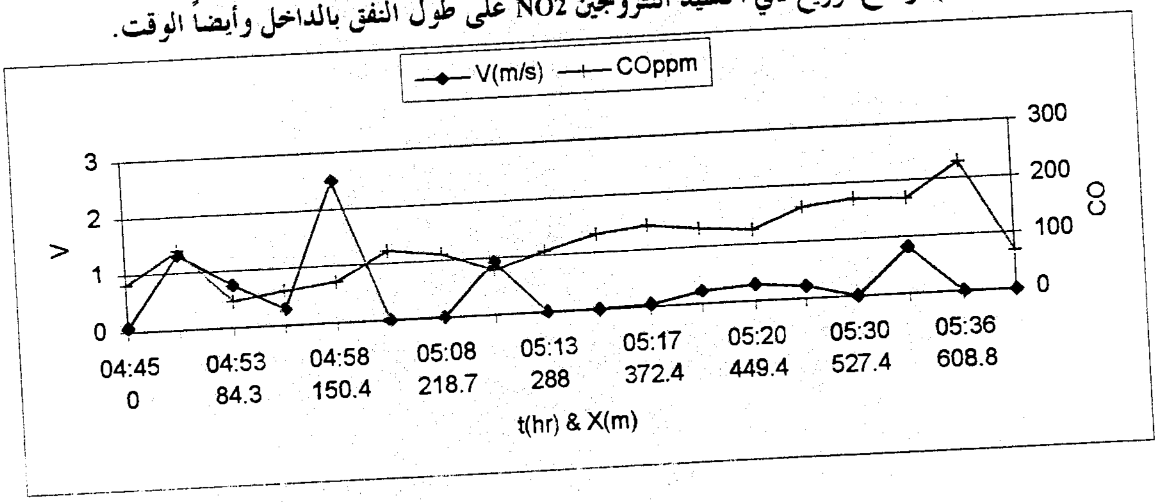
*القياسات بنفق السوق الصغير (١٠/١٢/١٤٢٠هـ) المسارمن السد-أجياد-إبراهيم الخليل .



شكل (٤-٤٤) يوضح توزيع نسبة الاكسجين على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

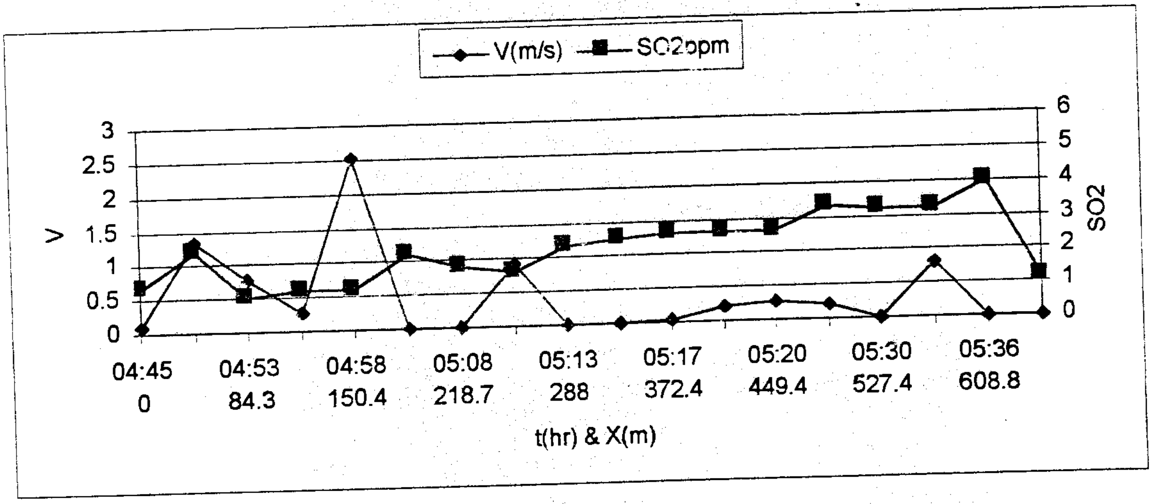


شكل (٤-٤٥) يوضح توزيع ثاني اكسيد النتروجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

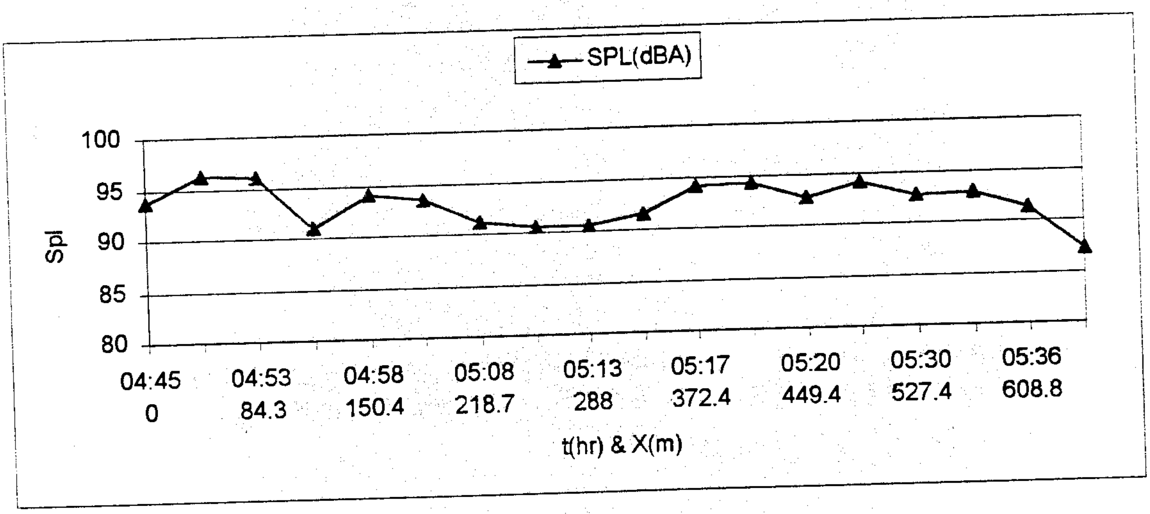


شكل (٤-٤٦) يوضح توزيع أول اكسيد الكربون و سرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

*القياسات بنفق السوق الصغير (١٤٢٠/١٢/١٠هـ) المسارمن السد-أحياد-إبراهيم الخليل.

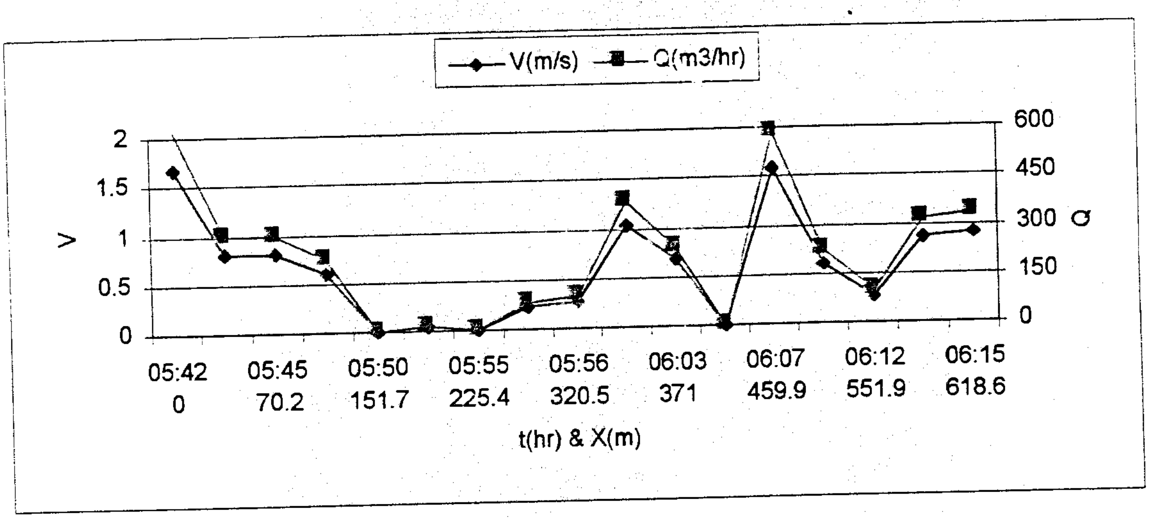


شكل (٤-٤٧) يوضح توزيع ثاني أكسيد الكبريت وسرعات الهواء على طول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت.

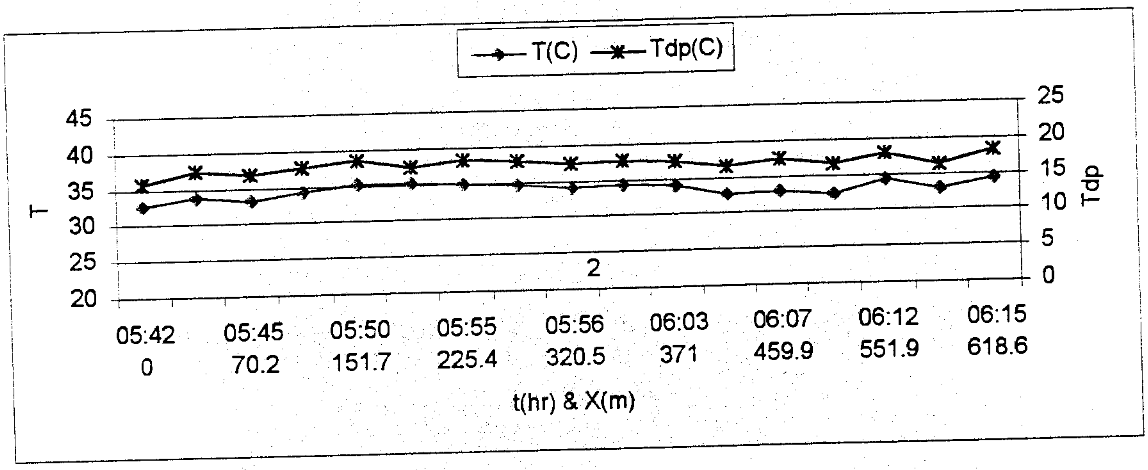


شكل (٤-٤٨) يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

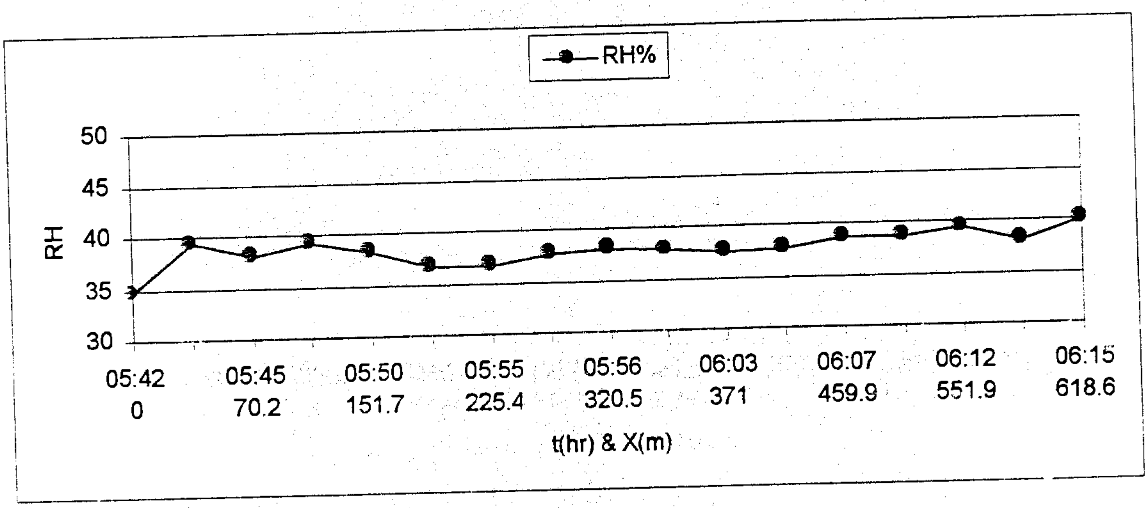
*القياسات بنفق السوق الصغير (١٠/١٢/١٤٢٠هـ) المسار من السد-أجياد-إبراهيم الخليل.



شكل (٤-٤٩) يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

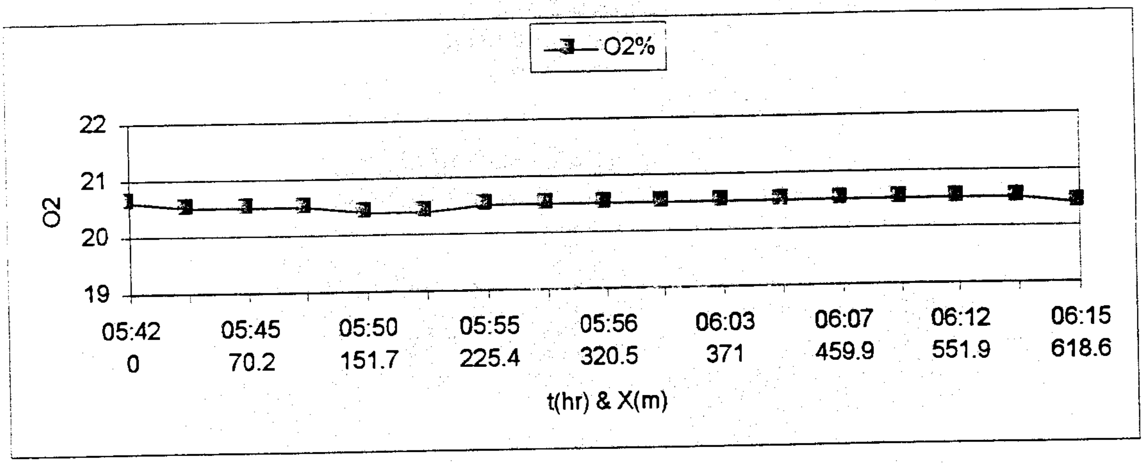


شكل (٤-٥٠) يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

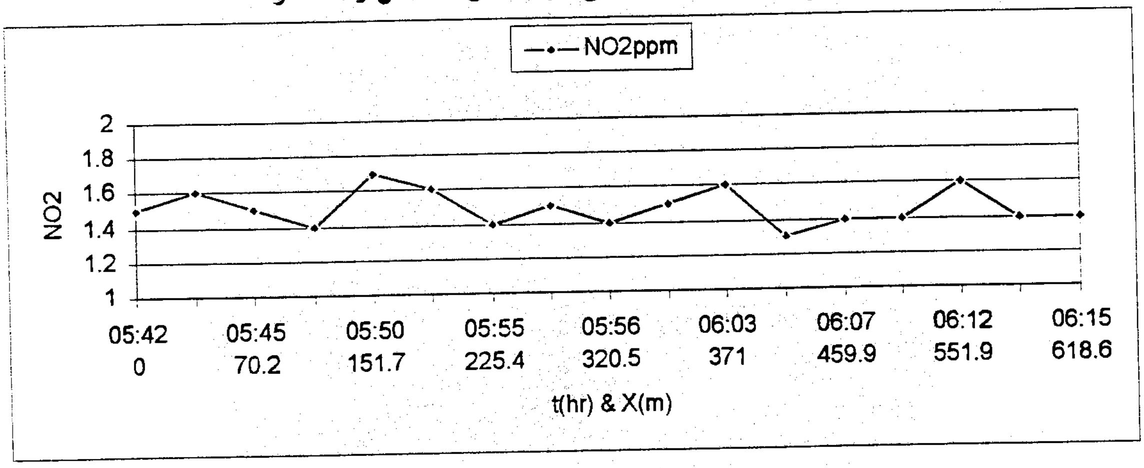


شكل (٤-٥١) يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

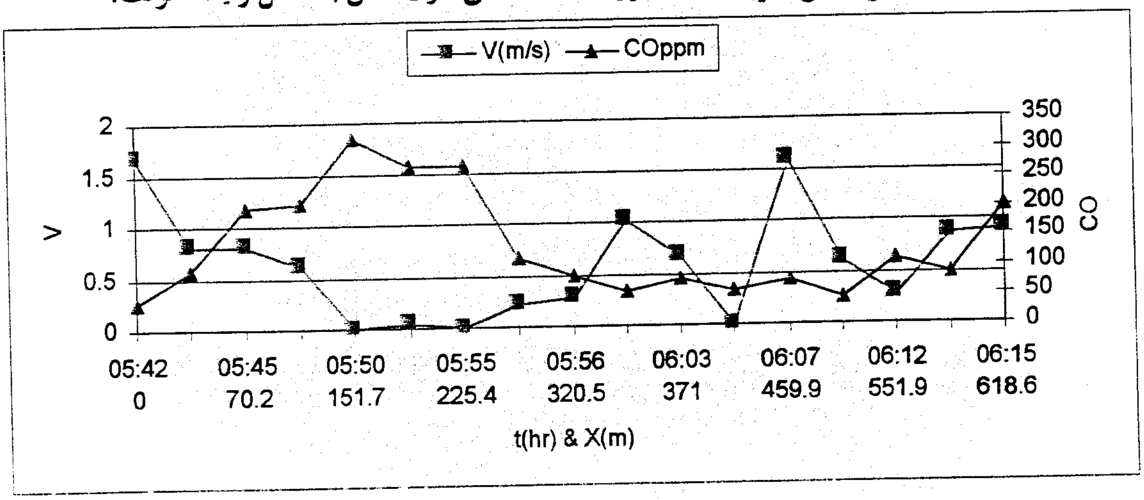
*القياسات بنفق السوق الصغير (١٤٢٠/١٢/١٠هـ) المسار من إبراهيم الخليل -أجياد-السد.



شكل (٤-٥٢) يوضح توزيع نسبة الاكسجين على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

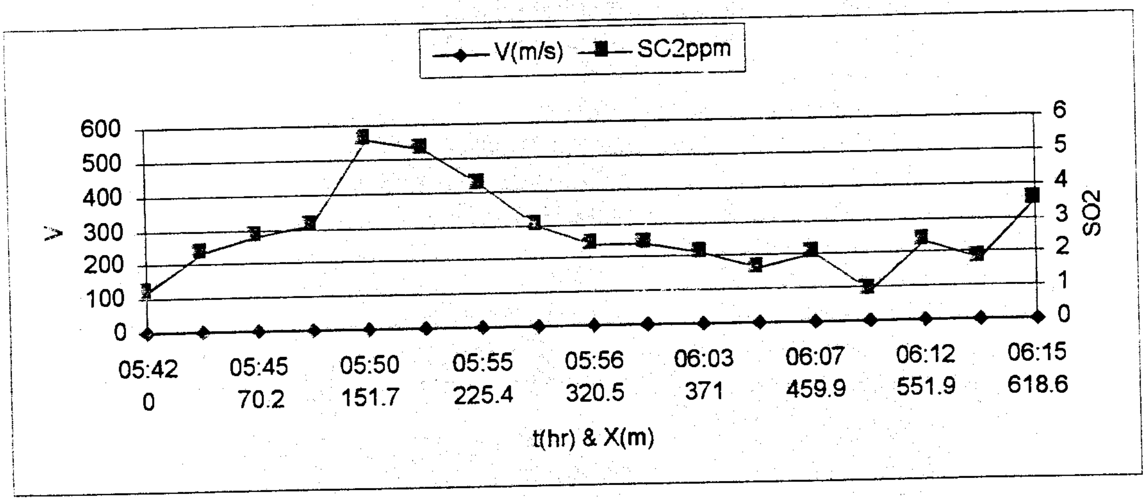


شكل (٤-٥٣) يوضح توزيع ثاني اكسيد النتروجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

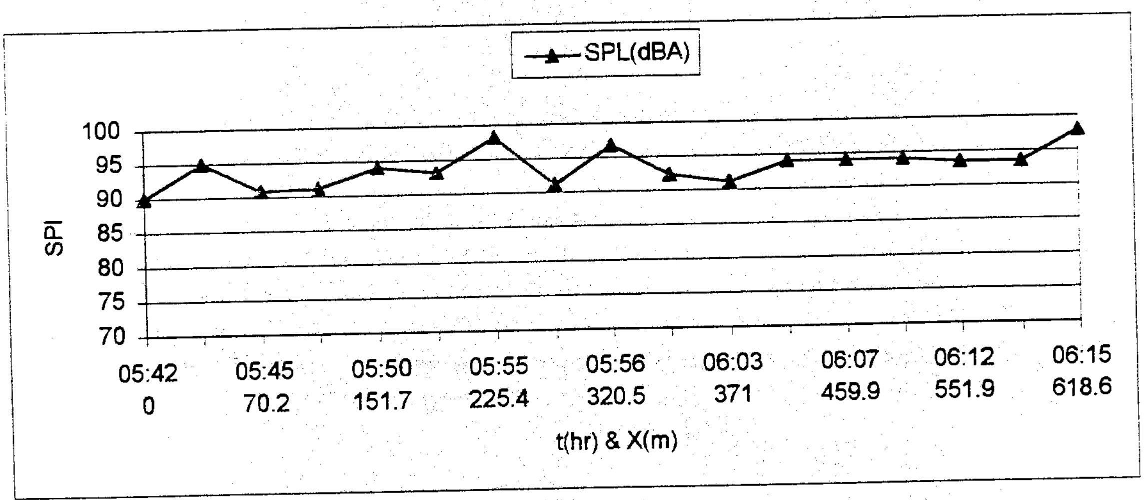


شكل (٤-٥٤) يوضح توزيع أول اكسيد الكربون و سرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

*القياسات بنفق السوق الصغير (١٤٢٠/١٢/١٠هـ) المسار من إبراهيم الخليل -أجياد-السد.

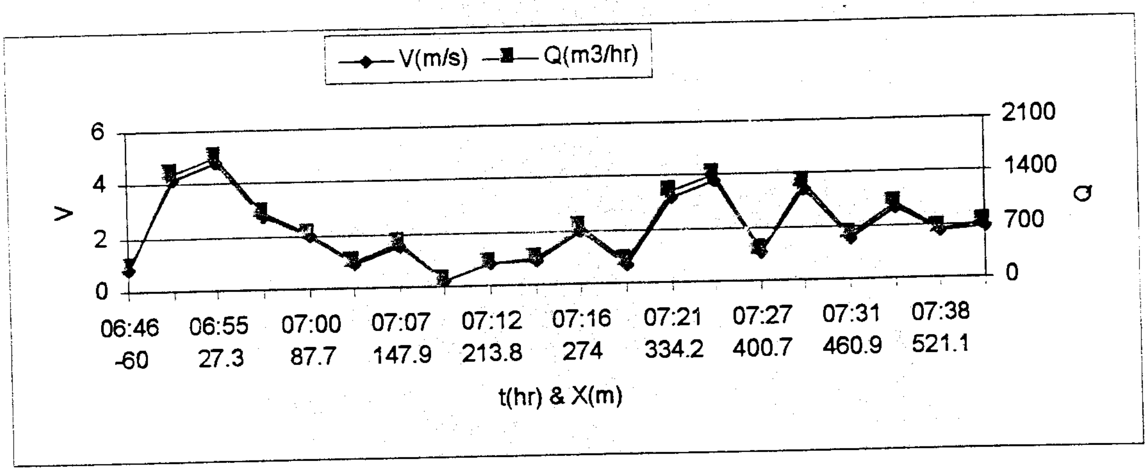


شكل (٤-٥٥) يوضح توزيع ثاني أكسيد الكبريت وسرعات الهواء على طول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت.

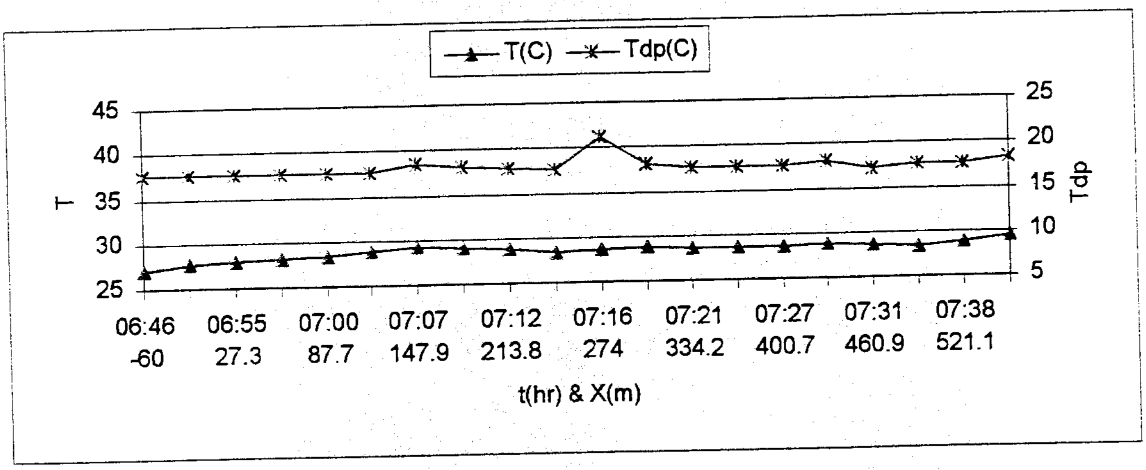


شكل (٤-٥٦) يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

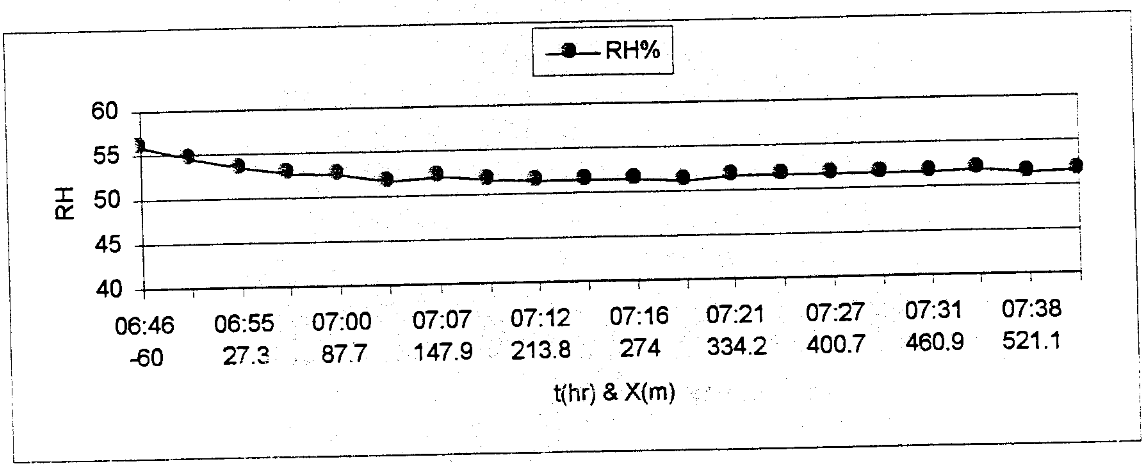
*القياسات بنفق السوق الصغير (١٠/١٢/١٤٢٠هـ) المسار من إبراهيم الخليل -أجياد-السد.



شكل (٤-٥٧) يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

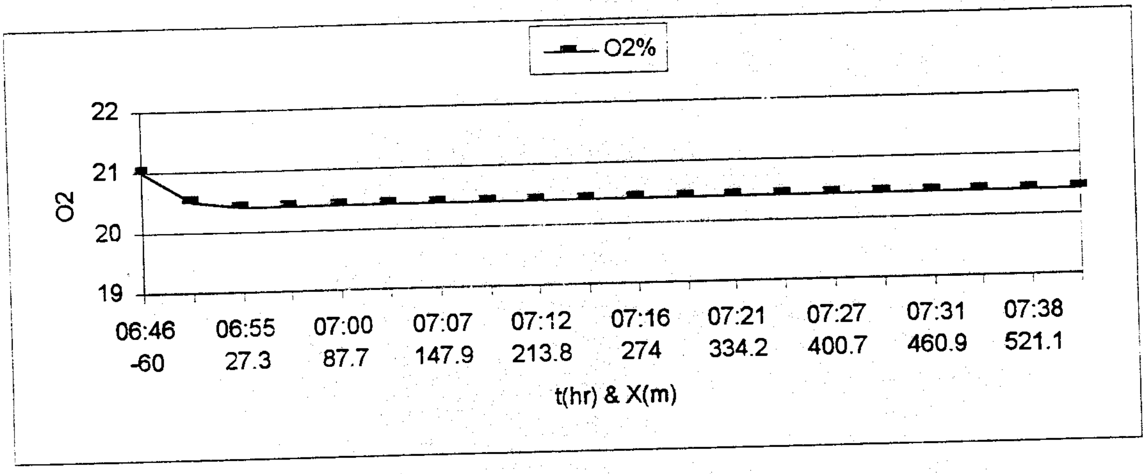


شكل (٤-٥٨) يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

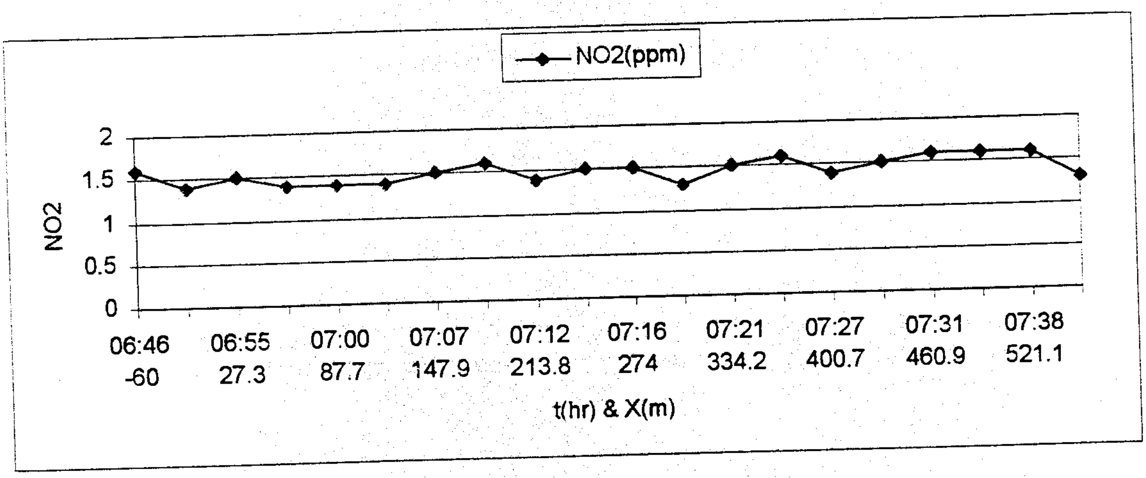


شكل (٤-٥٩) يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

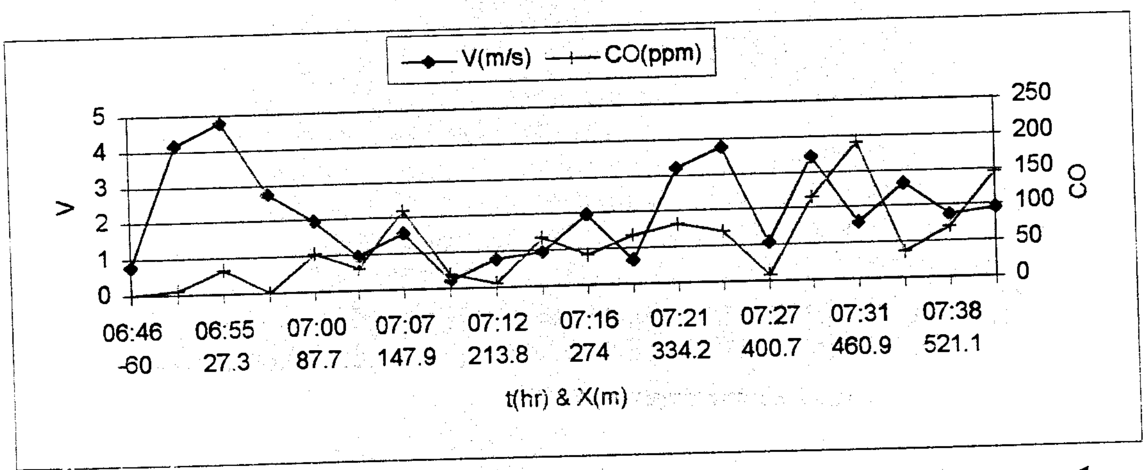
*القياسات بنفق الملك خالد (١١/١٢/١٤٢٠هـ) المسار من العزيزية إلى منى



شكل (٤-٦٠) يوضح توزيع نسبة الاكسجين على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

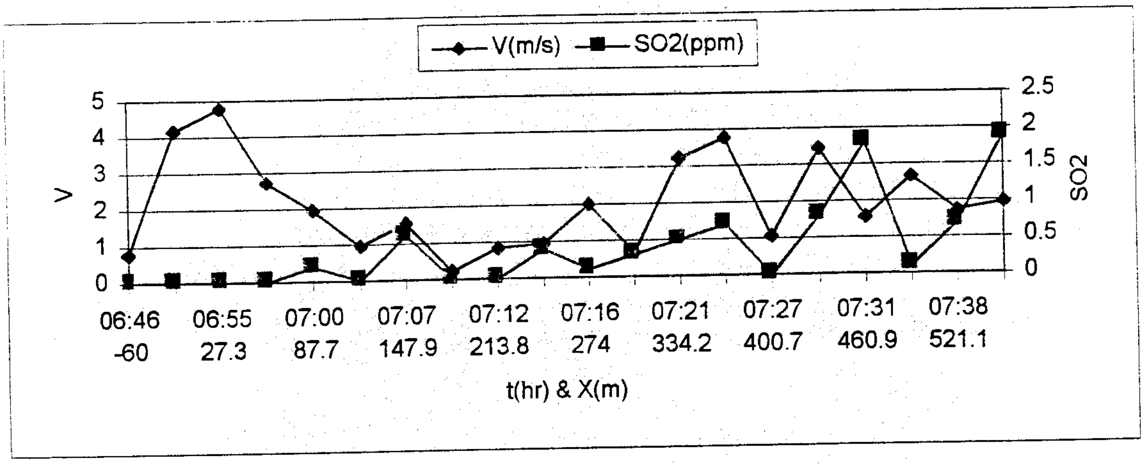


شكل (٤-٦١) يوضح توزيع ثاني اكسيد النتروجين NO_2 على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

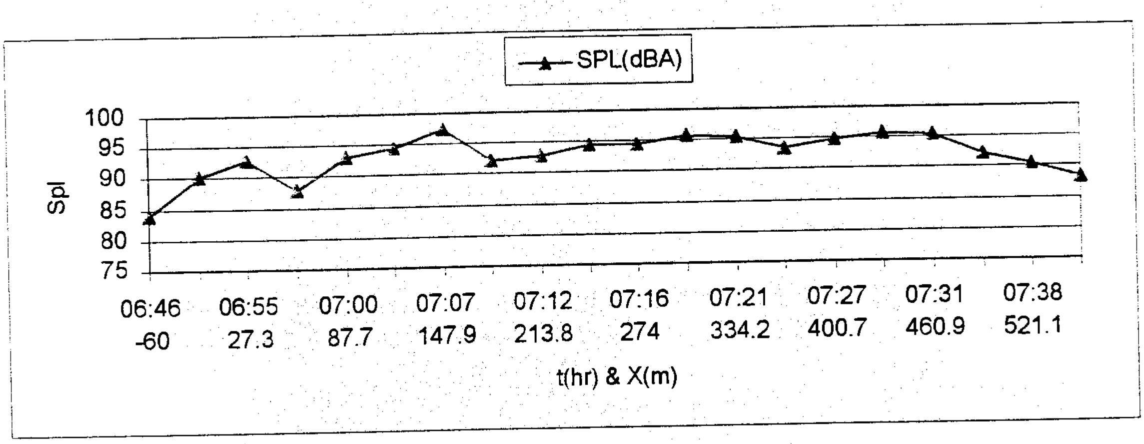


شكل (٤-٦٢) يوضح توزيع أول اكسيد الكربون و سرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

*القياسات بنفق الملك خالد (١١/١٢/١٤٢٠هـ) المسار من العزيزية إلى منى.

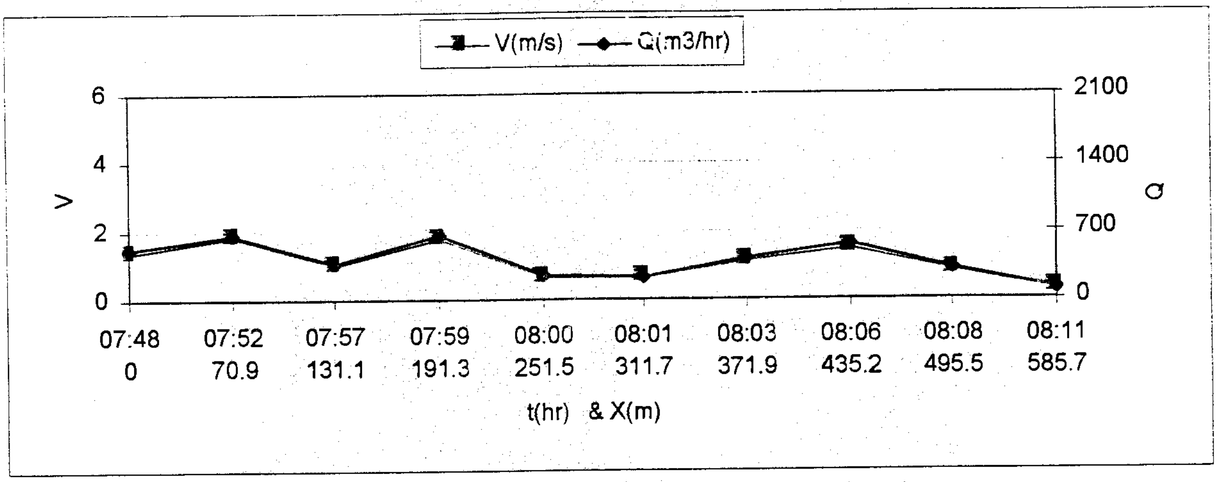


شكل (٤-٦٣) يوضح توزيع ثاني أكسيد الكبريت وسرعات الهواء على طول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت.

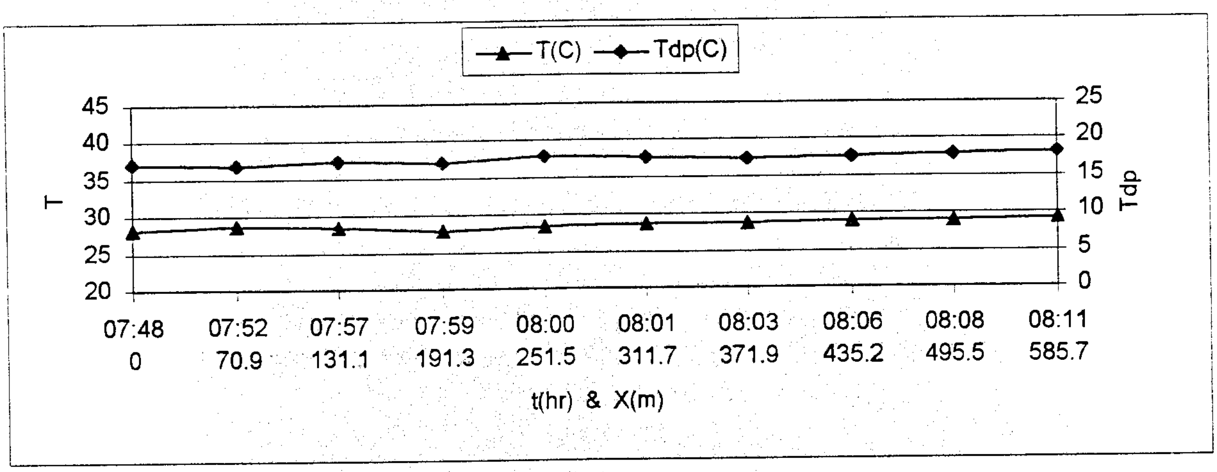


شكل (٤-٦٤) يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

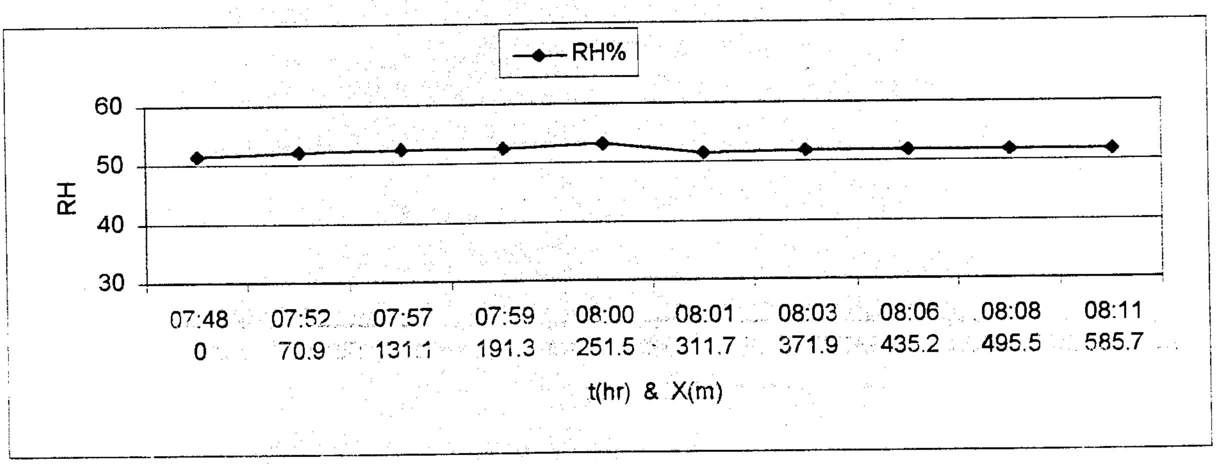
*القياسات بنفق الملك خالد (١١/١٢/١٤٢٠هـ) المسار من العزيزية إلى منى.



شكل (٤-٦٥) يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

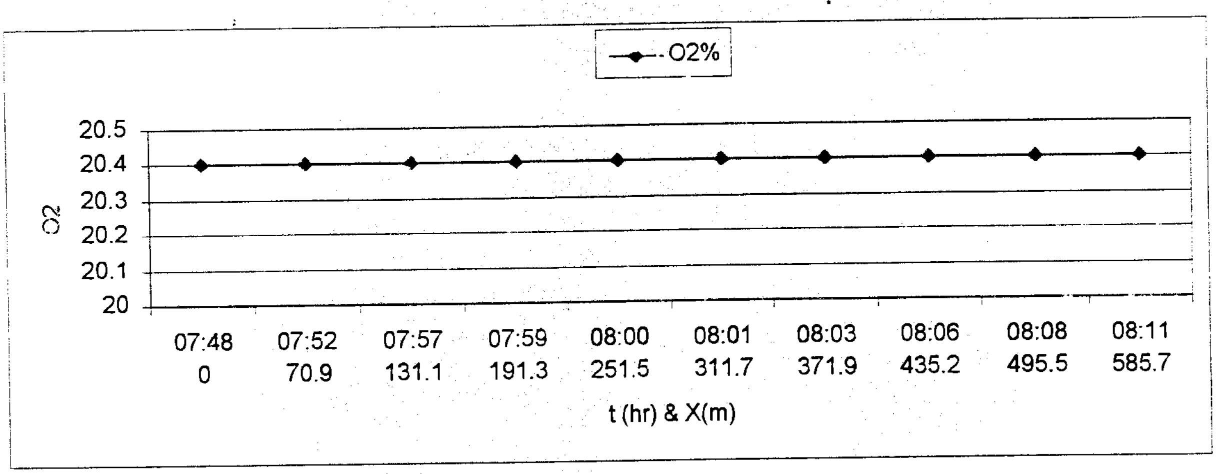


شكل (٤-٦٦) يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

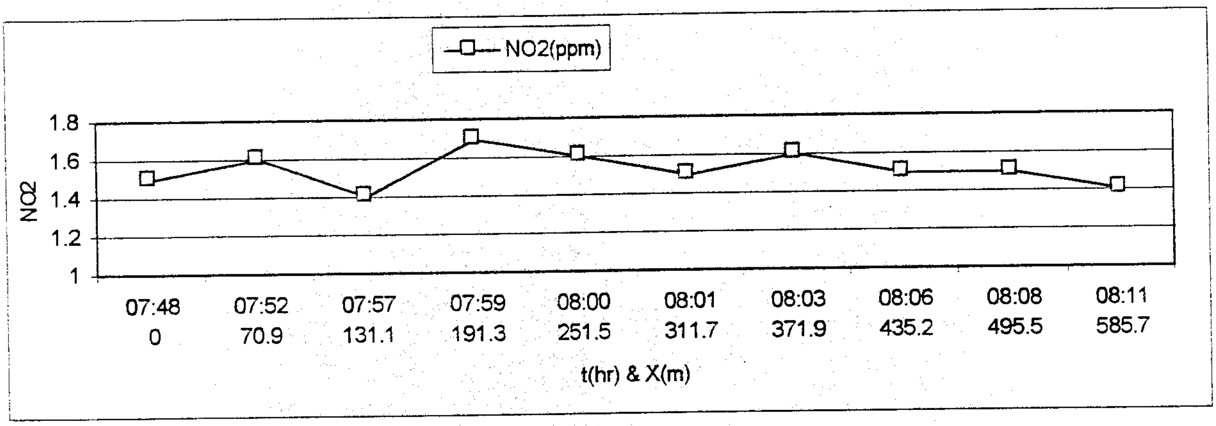


شكل (٤-٦٧) يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

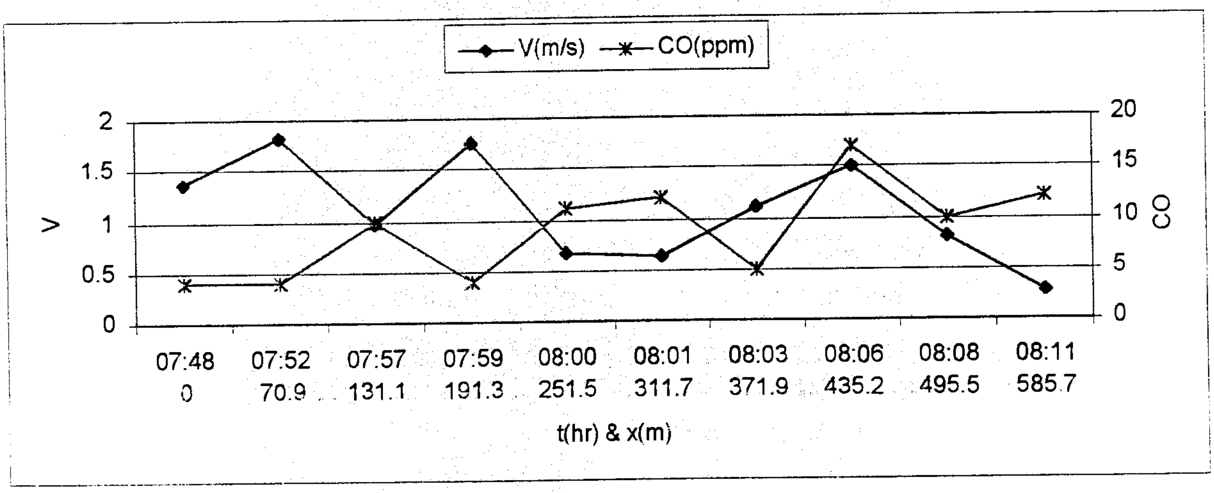
*القياسات بنفق الملك خالد (١١/١٢/١٤٢٠هـ) المسار من منى إلى العزيزية



شكل (٤-٦٨) يوضح توزيع نسبة الاكسجين على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

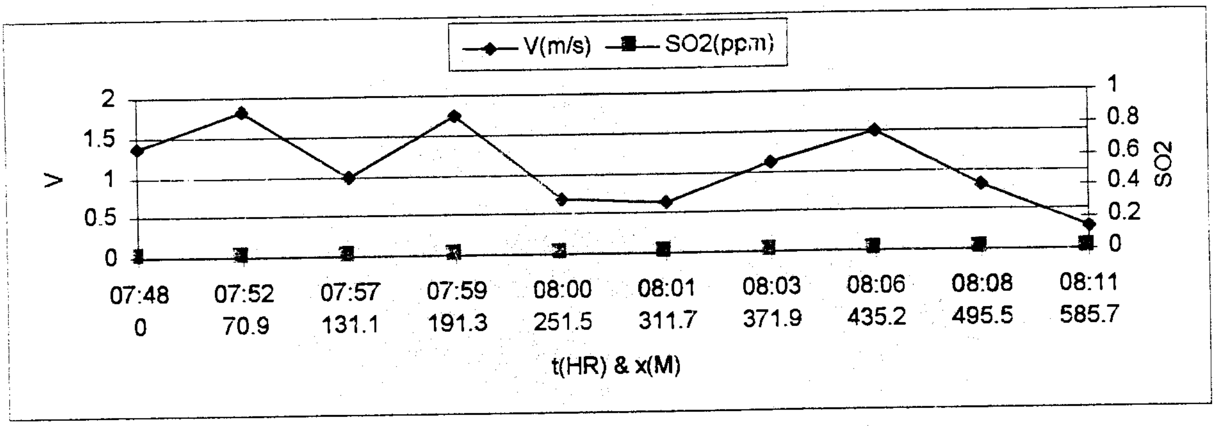


شكل (٤-٦٩) يوضح توزيع ثاني اكسيد النتروجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

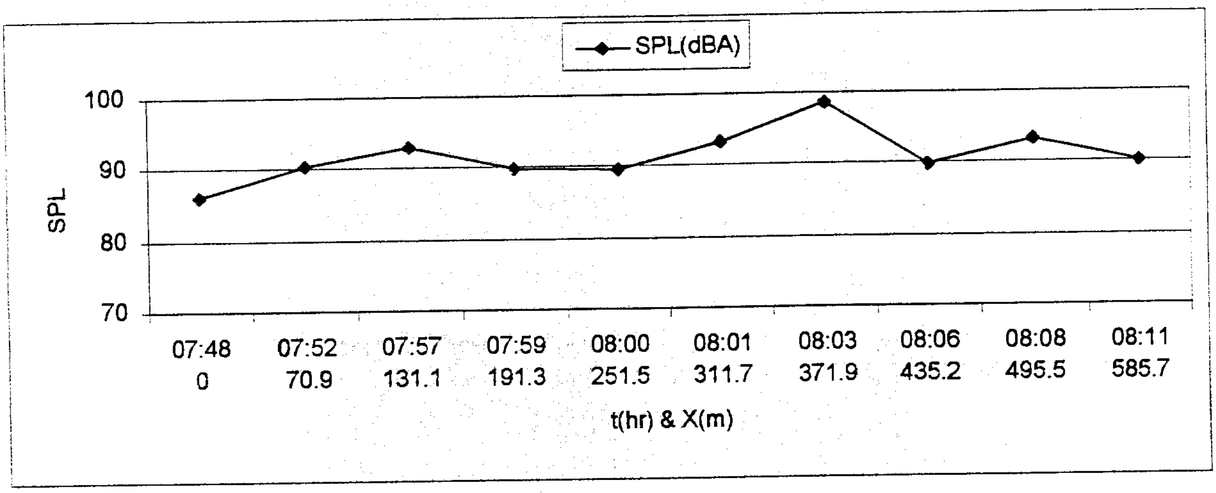


شكل (٤-٧٠) يوضح توزيع أول اكسيد الكربون و سرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

*القياسات بنفق الملك خالد (١٤٢٠/١٢/١١هـ) المسار من منى إلى العزيزية

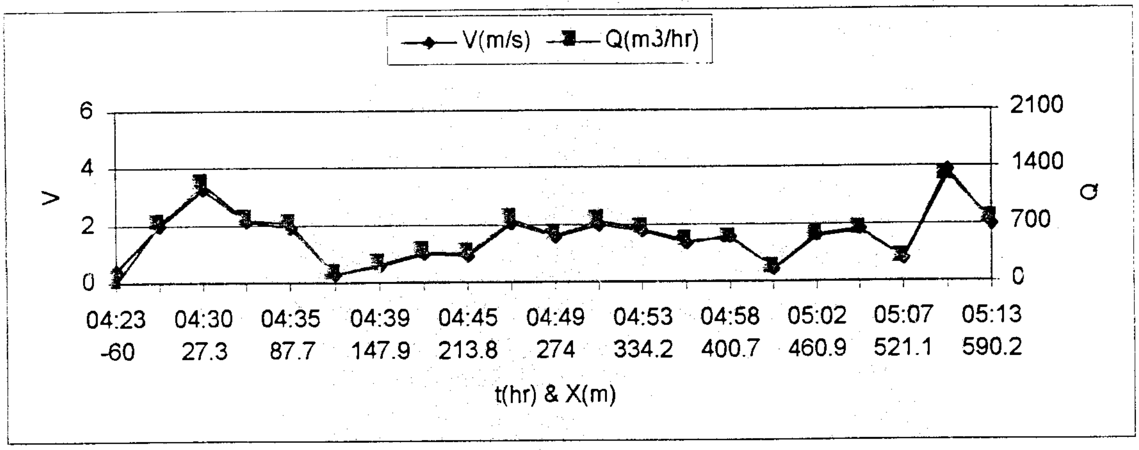


شكل (٤-٧١) يوضح توزيع ثاني أكسيد الكبريت وسرعات الهواء على طول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت.

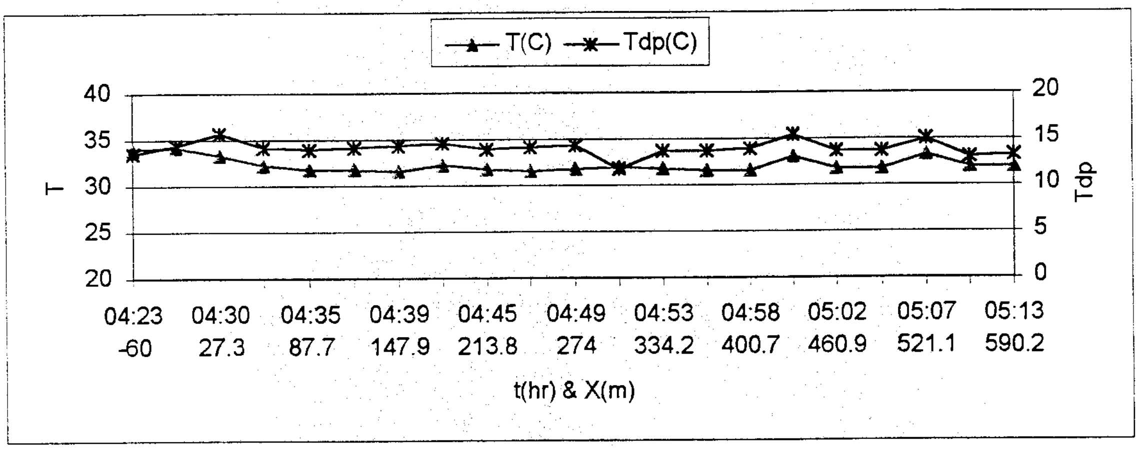


شكل (٤-٧٢) يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

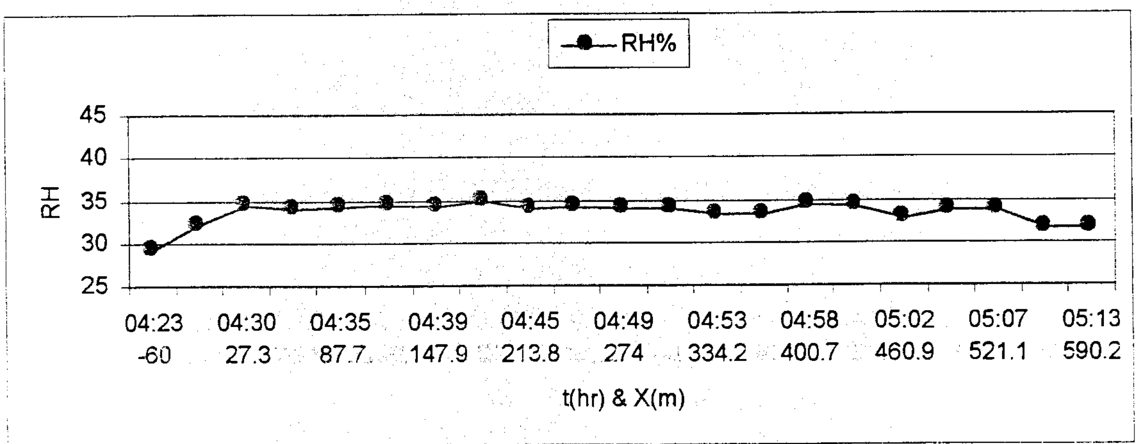
*القياسات بنفق الملك خالد (١١/١٢/١٤٢٠هـ) المسار من منى إلى العزيزية



شكل (٤-٧٣) يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

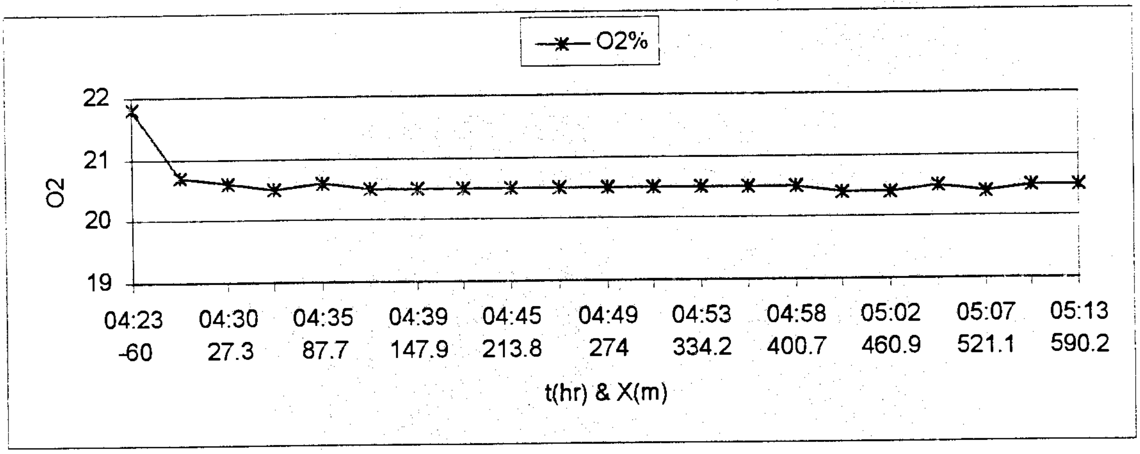


شكل (٤-٧٤) يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

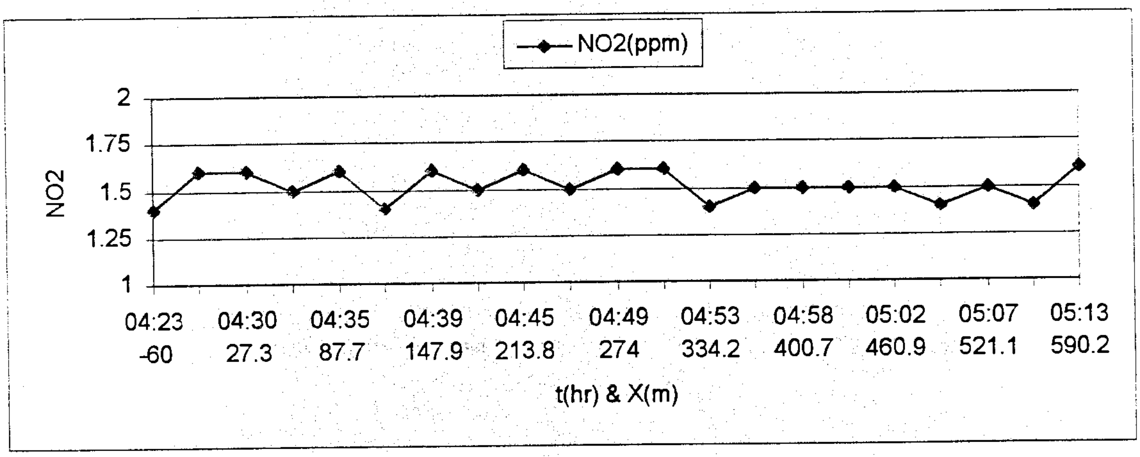


شكل (٤-٧٥) يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

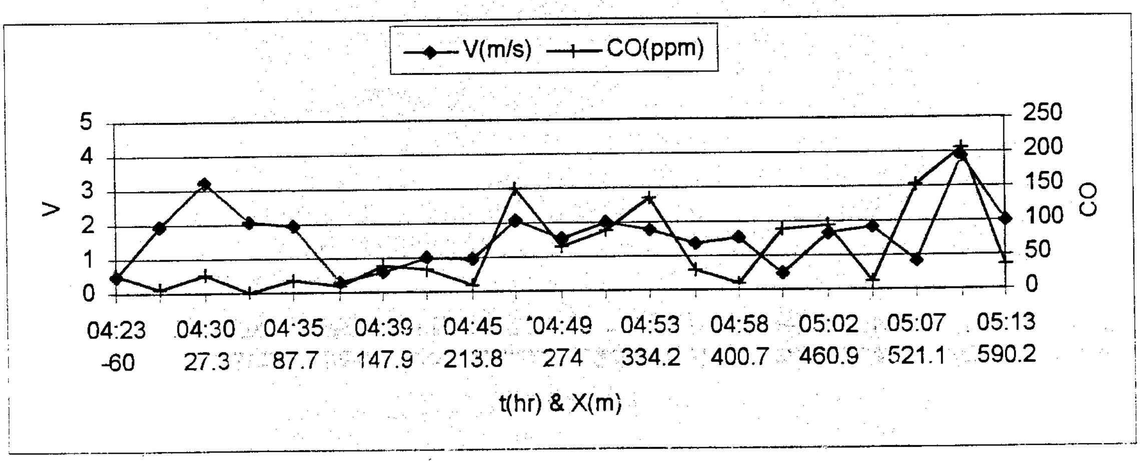
*القياسات بنفق الملك خالد (١٢/١٢/١٤٢٠هـ) المسار من العزيزية إلى منى



شكل (٤-٧٦) يوضح توزيع نسبة الاكسجين على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

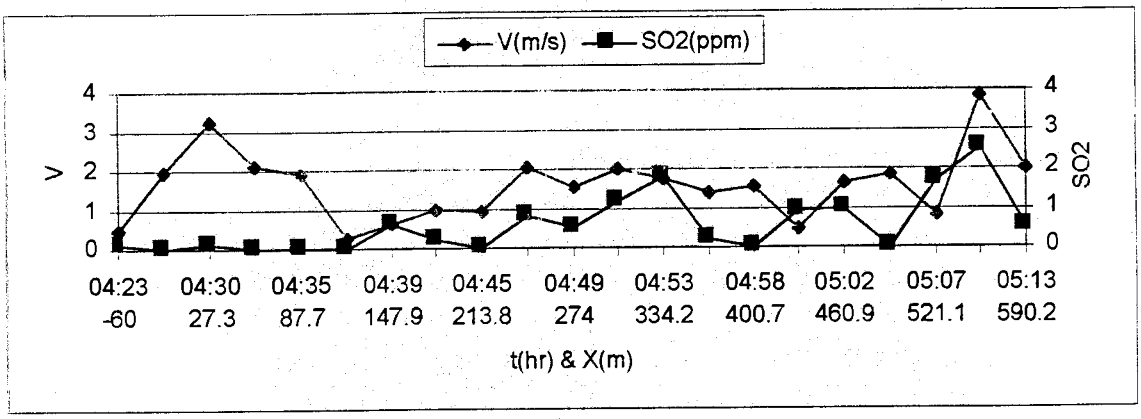


شكل (٤-٧٧) يوضح توزيع ثاني اكسيد النتروجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

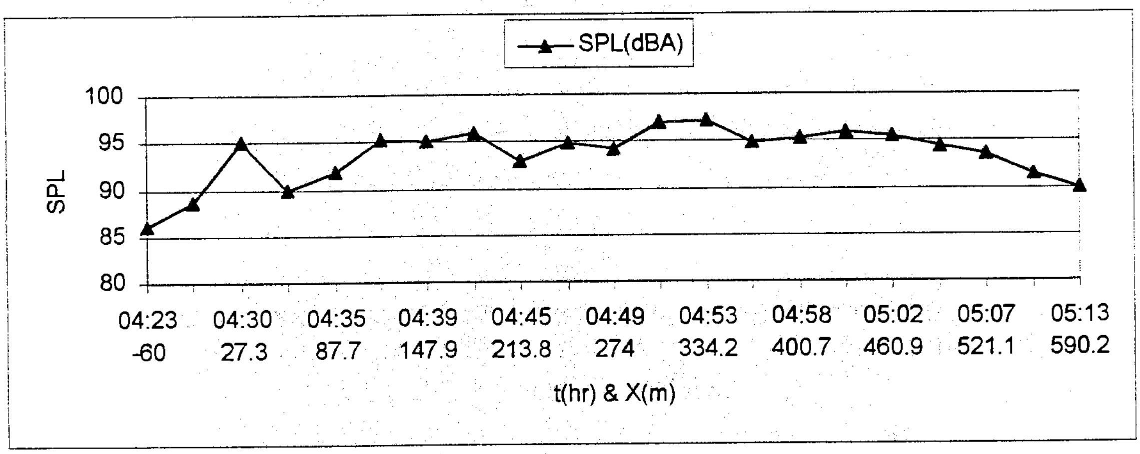


شكل (٤-٧٨) يوضح توزيع أول أكسيد الكربون و سرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

*القياسات بنفق الملك خالد (١٢/١٢/١٤٢٠هـ) المسار من العزيزية إلى منى.

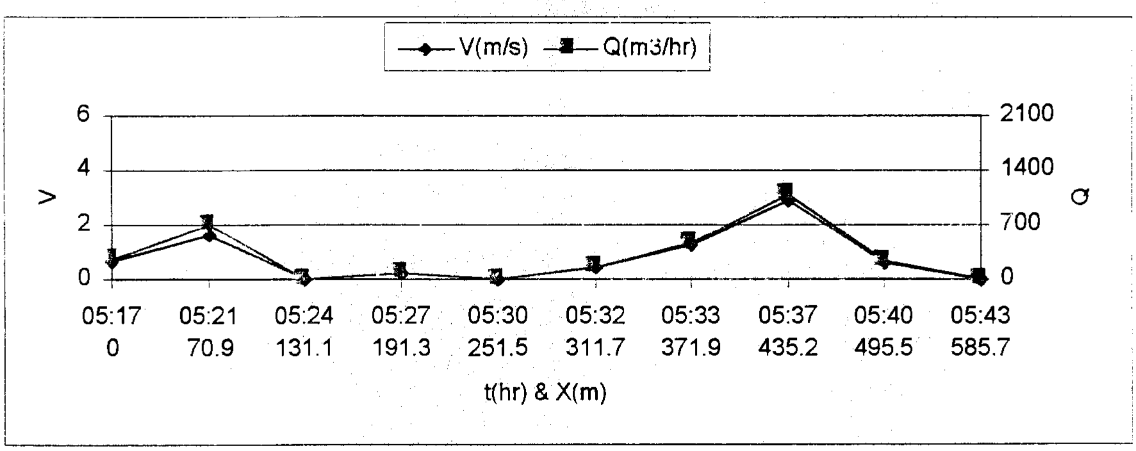


شكل (٤-٧٩) يوضح توزيع ثاني أكسيد الكبريت وسرعات الهواء على طول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت.

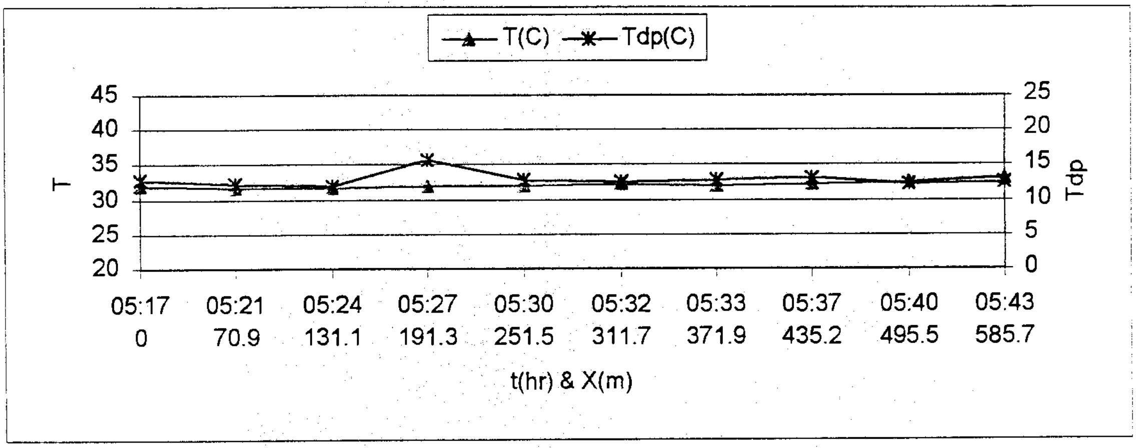


شكل (٤-٨٠) يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

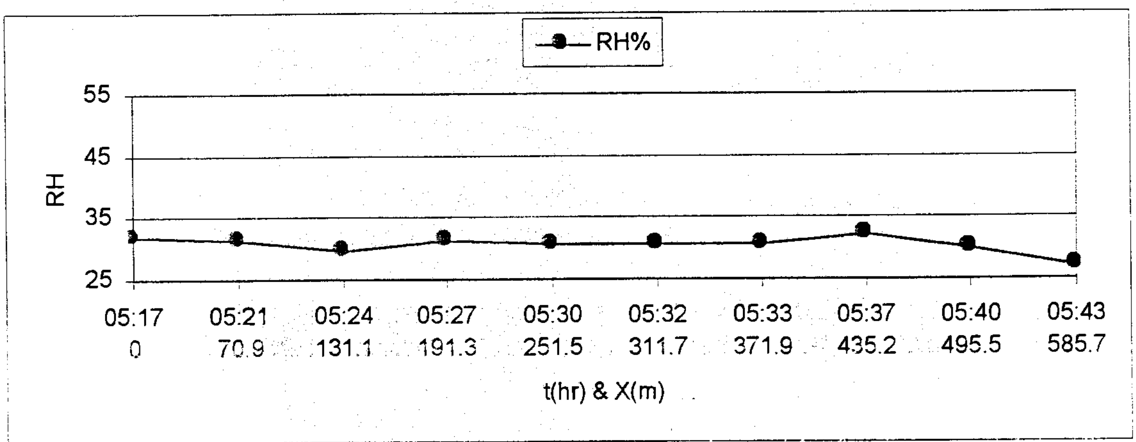
*القياسات بنفق الملك خالد (١٢/١٢/١٤٢٠هـ) المسار من العزيزية إلى منى.



شكل (٤-٨١) يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

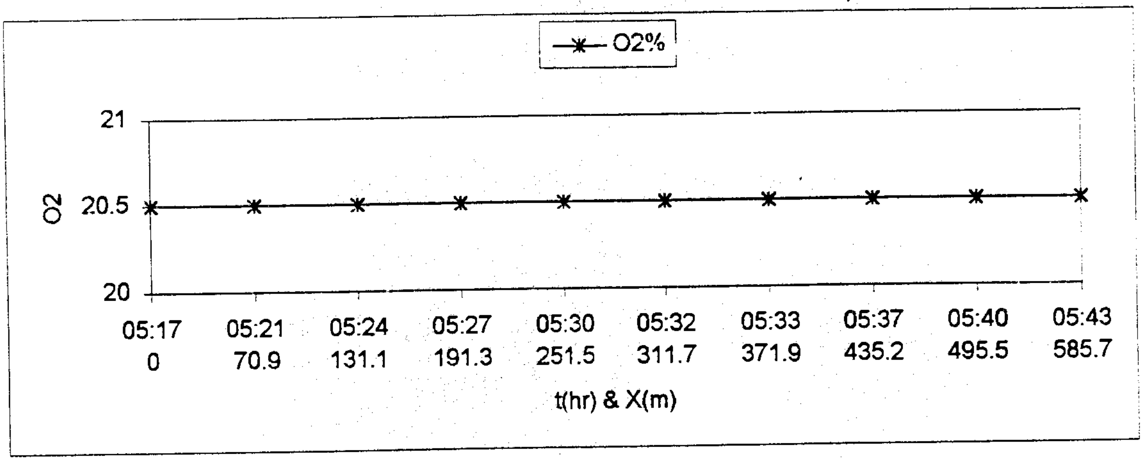


شكل (٤-٨٢) يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

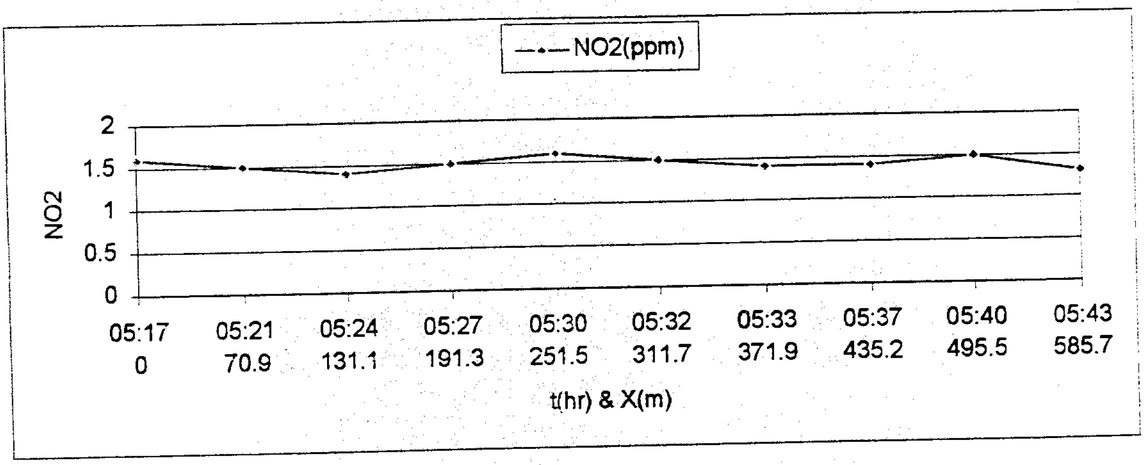


شكل (٤-٨٣) يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

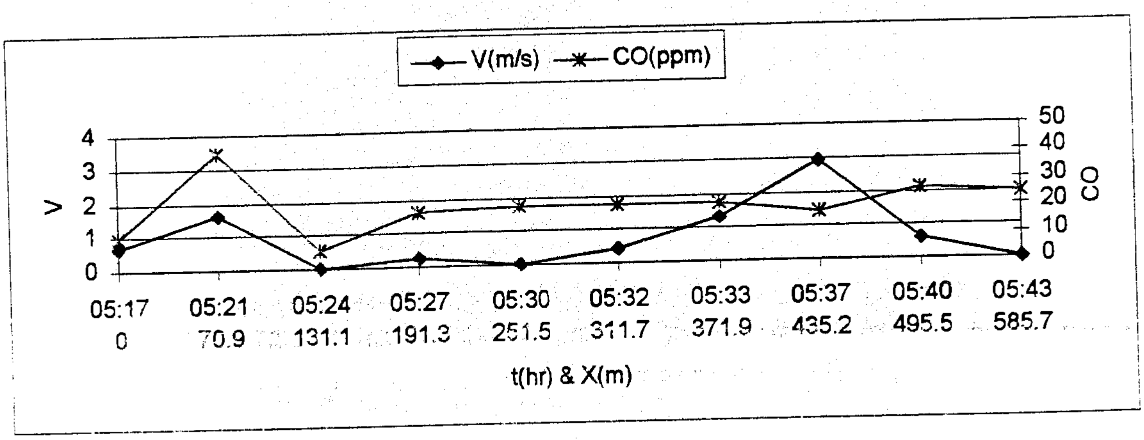
*القياسات بنفق الملك خالد (١٢/١٢/١٤٢٠هـ) المسار من منى إلى العزيزية.



شكل (٤-٨٤) يوضح توزيع نسبة الاكسجين على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

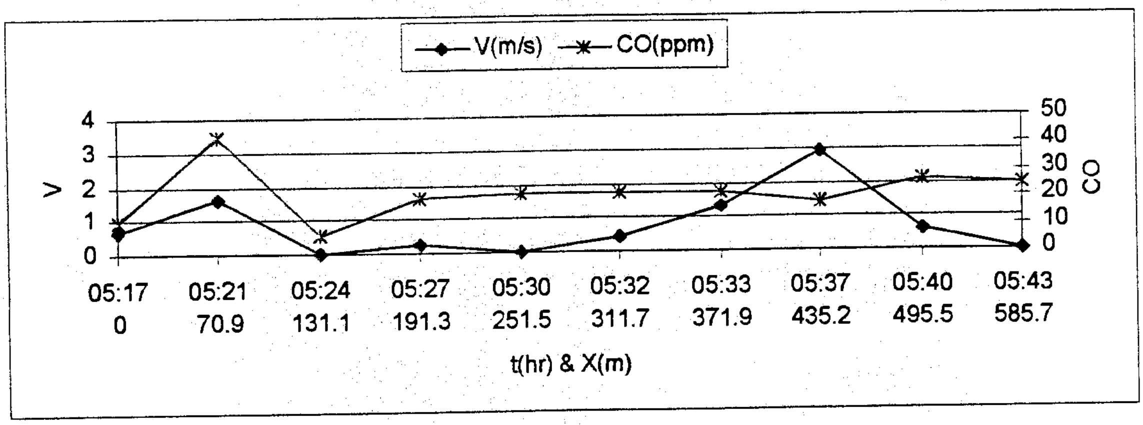


شكل (٤-٨٥) يوضح توزيع ثاني اكسيد النتروجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

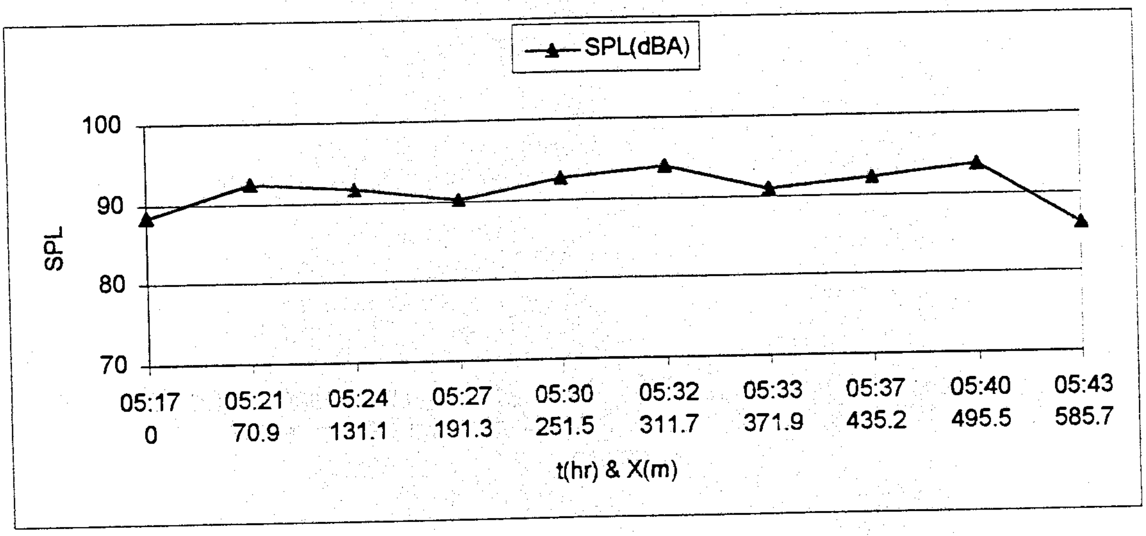


شكل (٤-٨٦) يوضح توزيع أول اكسيد الكربون و سرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

*القياسات بنفق الملك خالد (١٢/١٢/١٤٢٠هـ) المسار من منى إلى العزيزية.

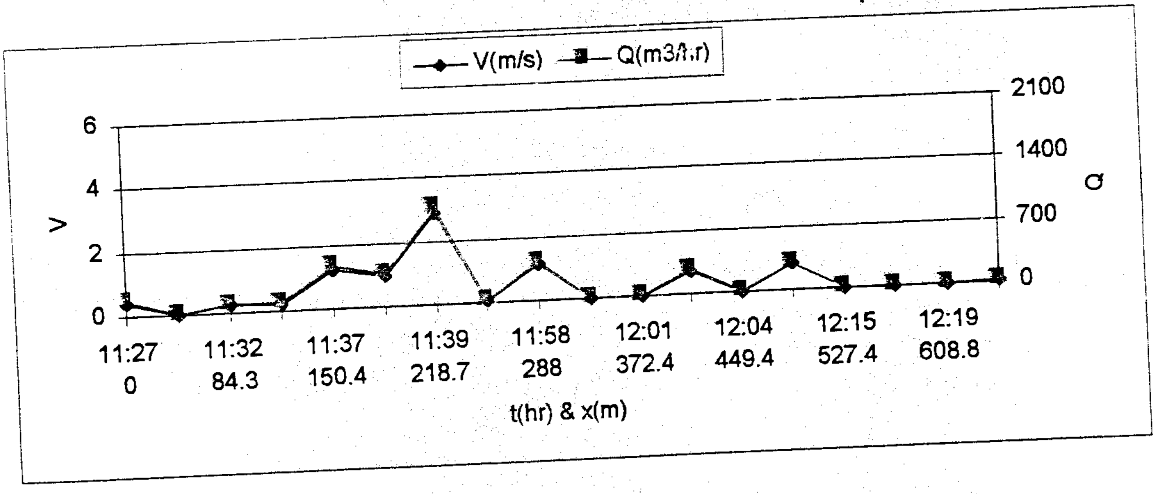


شكل (٤-٨٧) يوضح توزيع ثاني أكسيد الكبريت وسرعات الهواء على طول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت.

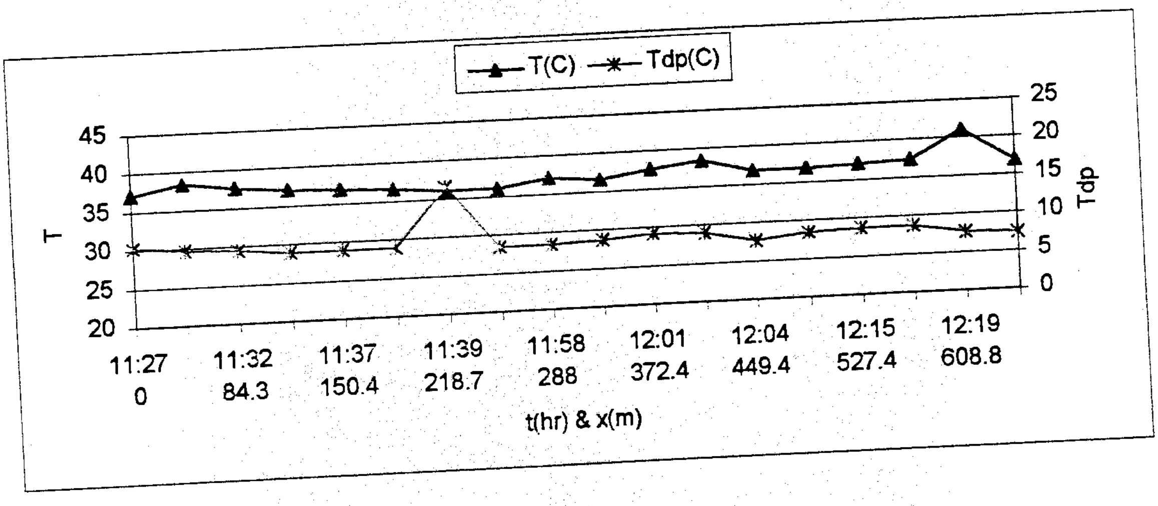


شكل (٤-٨٨) يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

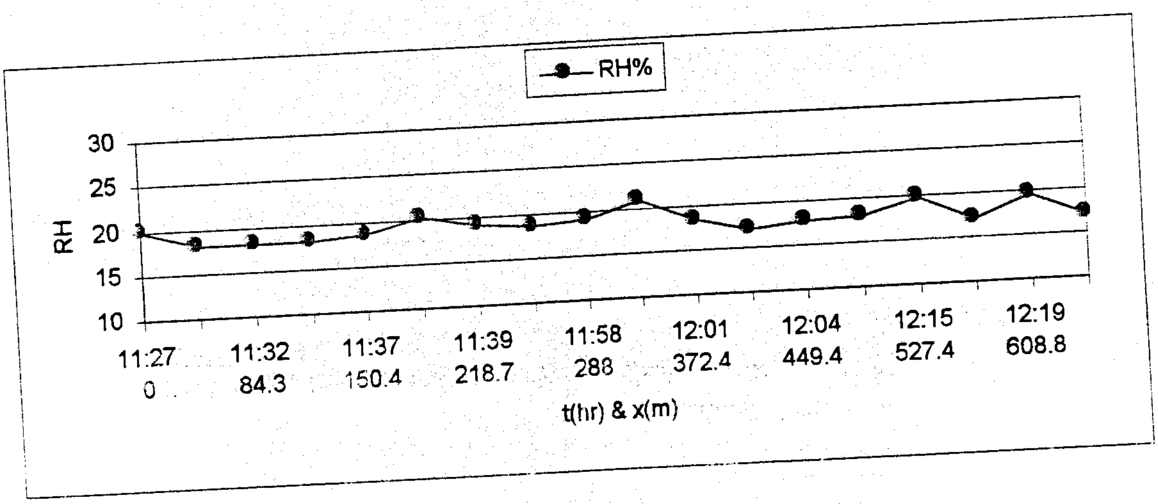
*القياسات بنفق الملك خالد (١٢/١٢/١٤٢٠هـ) المسار من منى إلى العزيزية.



شكل (٤-٨٩) يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

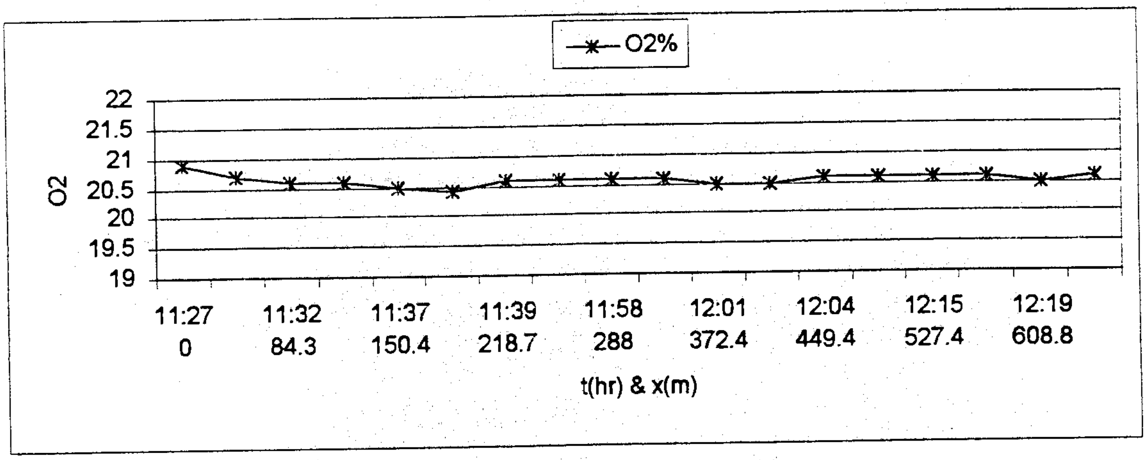


شكل (٤-٩٠) يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

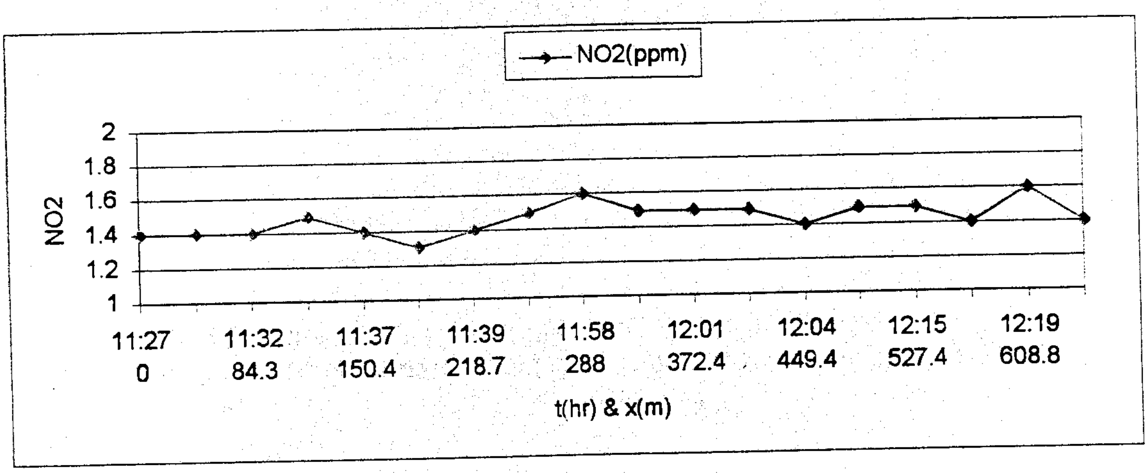


شكل (٤-٩١) يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

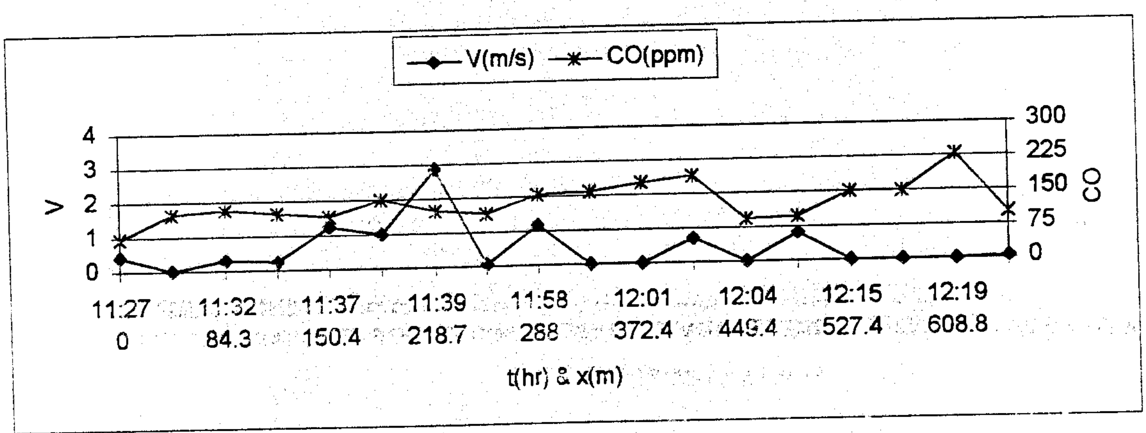
*القياسات بنفق السوق الصغير (١٣/١٢/١٤٢٠هـ) المسارمن السد-أجياد-إبراهيم الخليل .



شكل (٤-٩٢) يوضح توزيع نسبة الاكسجين على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

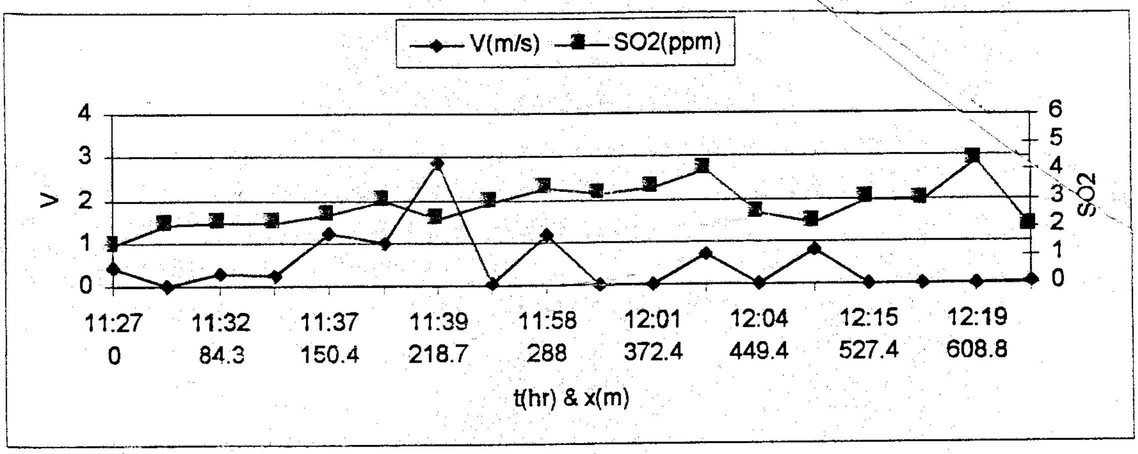


شكل (٤-٩٣) يوضح توزيع ثاني اكسيد النتروجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

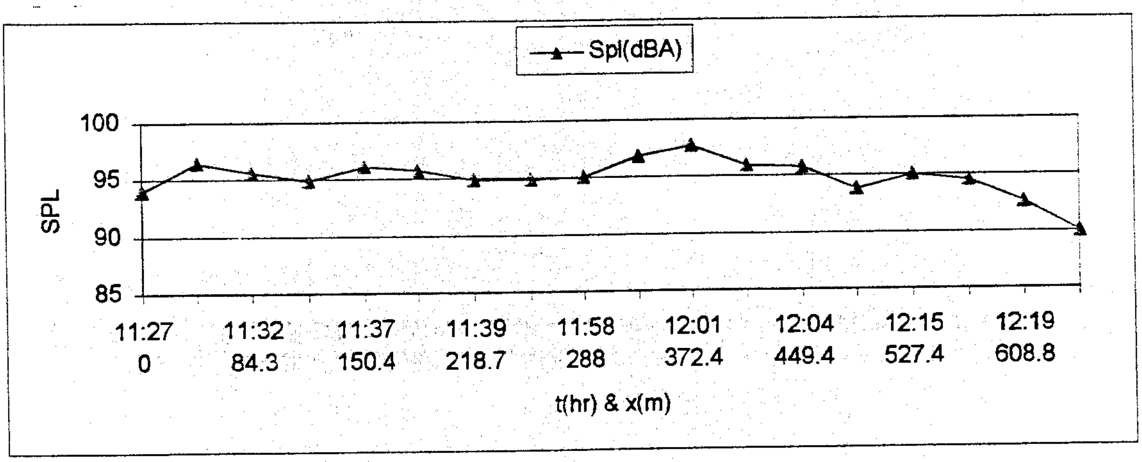


شكل (٤-٩٤) يوضح توزيع أول اكسيد الكربون و سرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

*القياسات بنفق السوق الصغير (١٤٢٠/١٢/١٣هـ) المسار من السد-أحياد-إبراهيم الخليل .

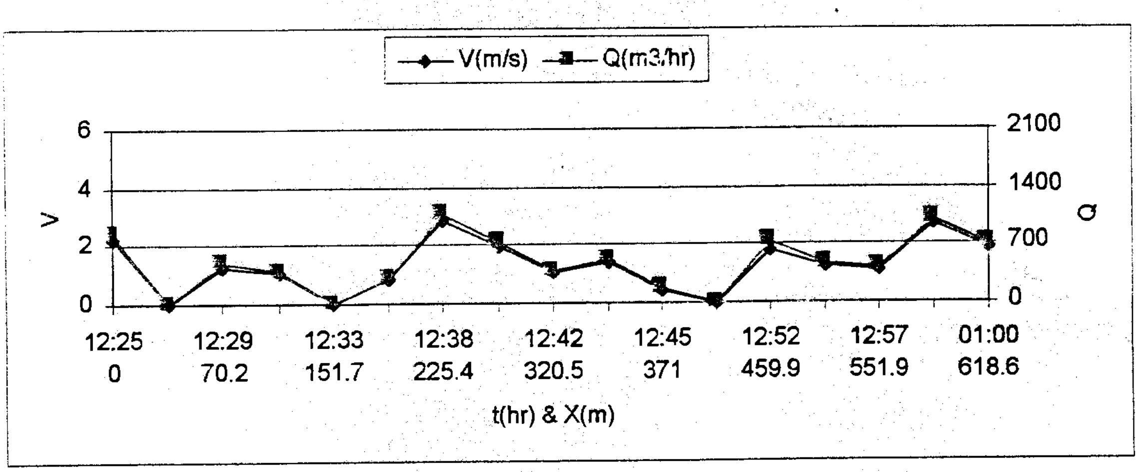


شكل (٤-٩٥) يوضح توزيع ثاني أكسيد الكبريت وسرعات الهواء على طول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت.

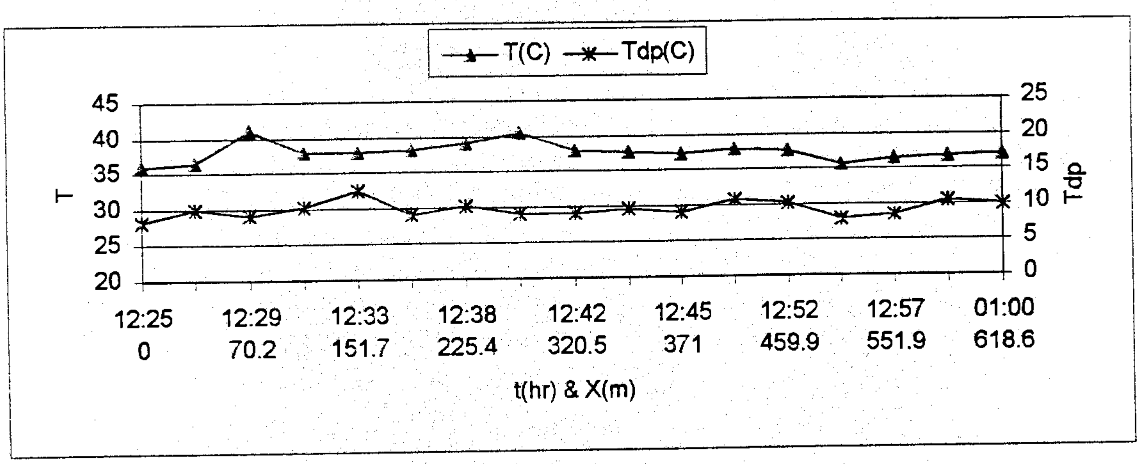


شكل (٤-٩٦) يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

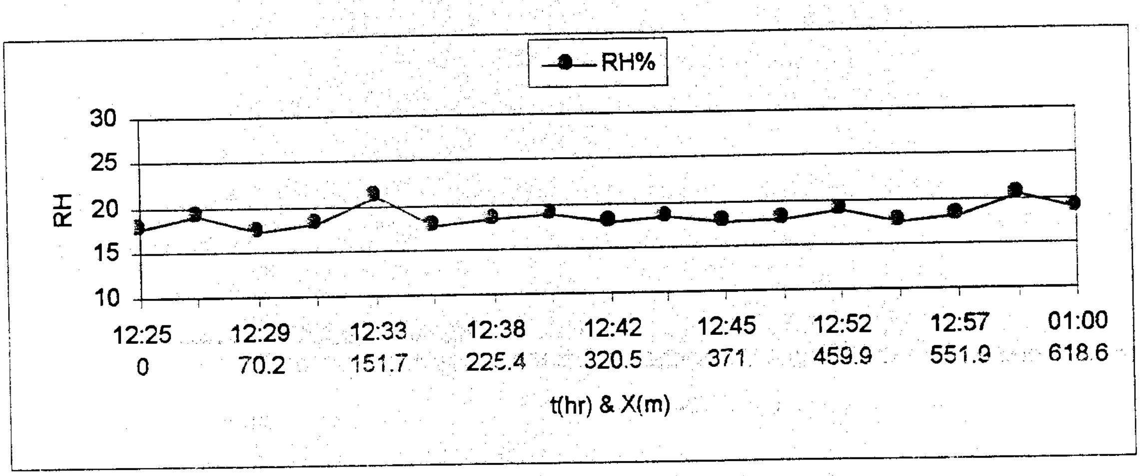
*القياسات بنفق السوق الصغير (١٤٢٠/١٢/١٣هـ) المسارمن السد-أجياد-إبراهيم الخليل .



شكل (٤-٩٧) يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

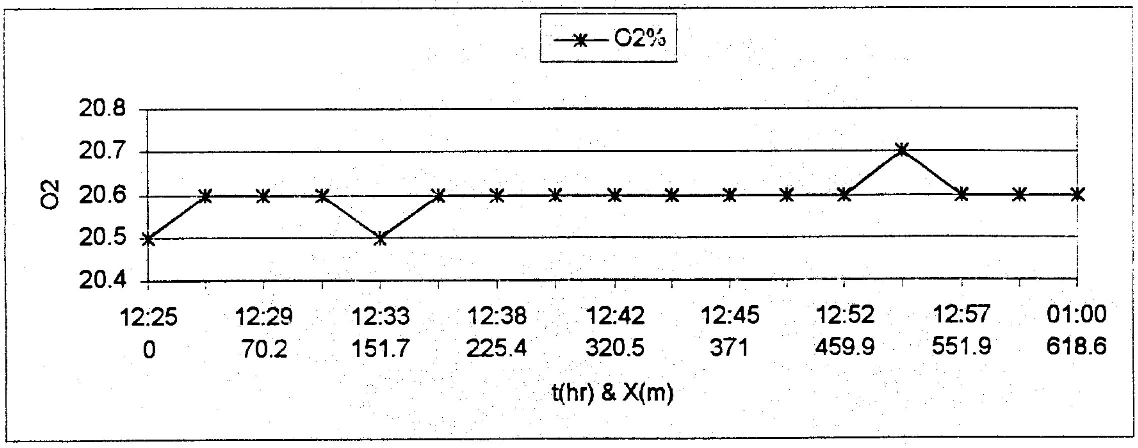


شكل (٤-٩٨) يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

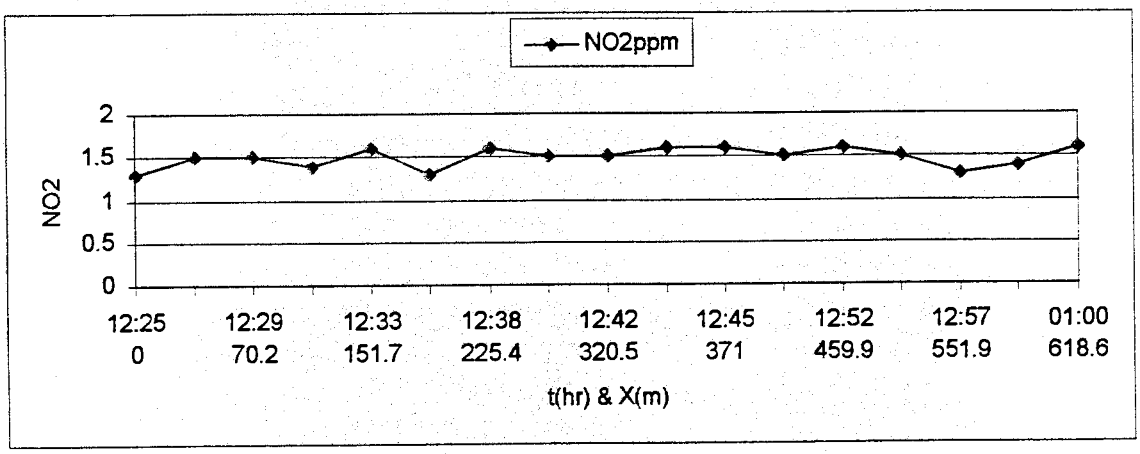


شكل (٤-٩٩) يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

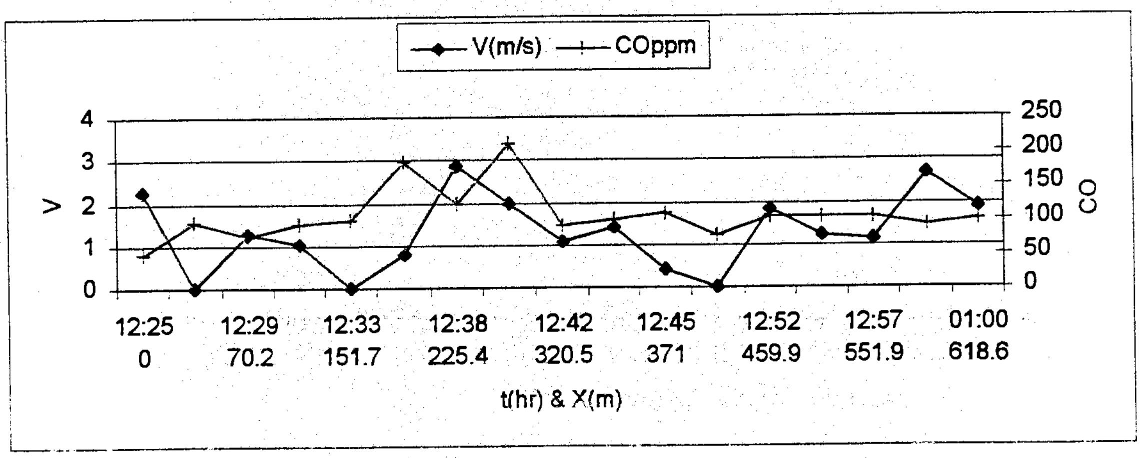
*القياسات بنفق السوق الصغير (١٣/١٢/١٤٢٠هـ) المسارمن إبراهيم الخليل -أجياد-السد.



شكل (٤-١٠٠) يوضح توزيع نسبة الاكسجين على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

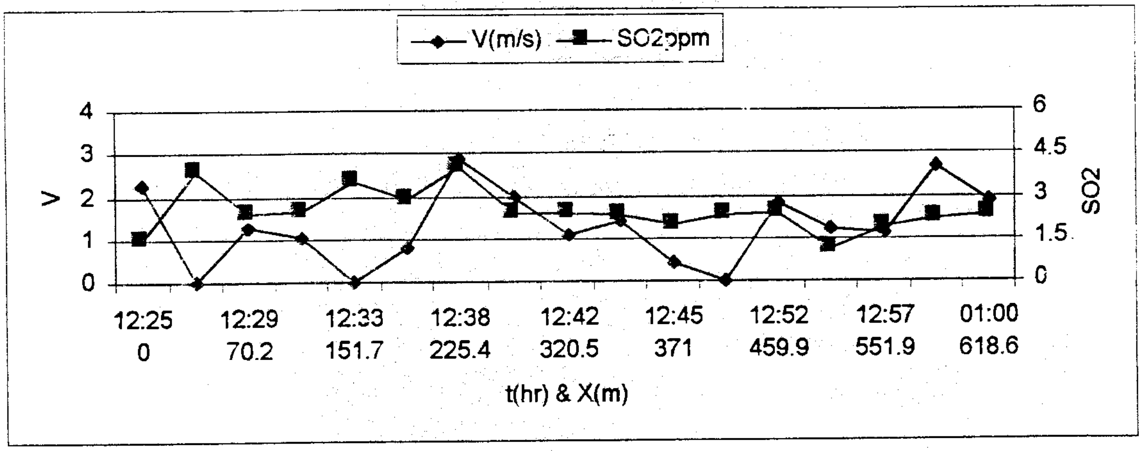


شكل (٤-١٠١) يوضح توزيع ثاني اكسيد النتروجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

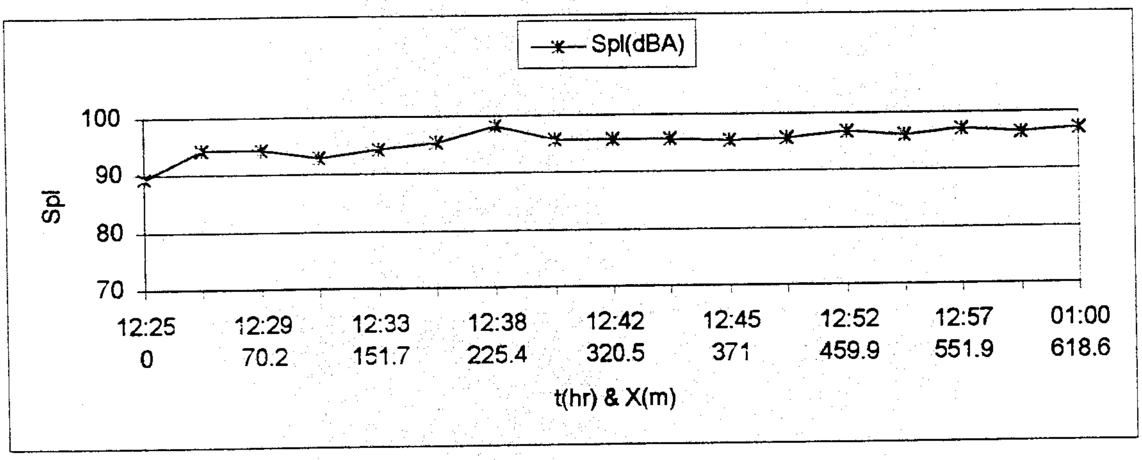


شكل (١٠٢) يوضح توزيع أول اكسيد الكربون و سرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

*القياسات بنفق السوق الصغير (١٤٢٠/١٢/١٣هـ) المسار من إبراهيم الخليل -أجياد-السد.

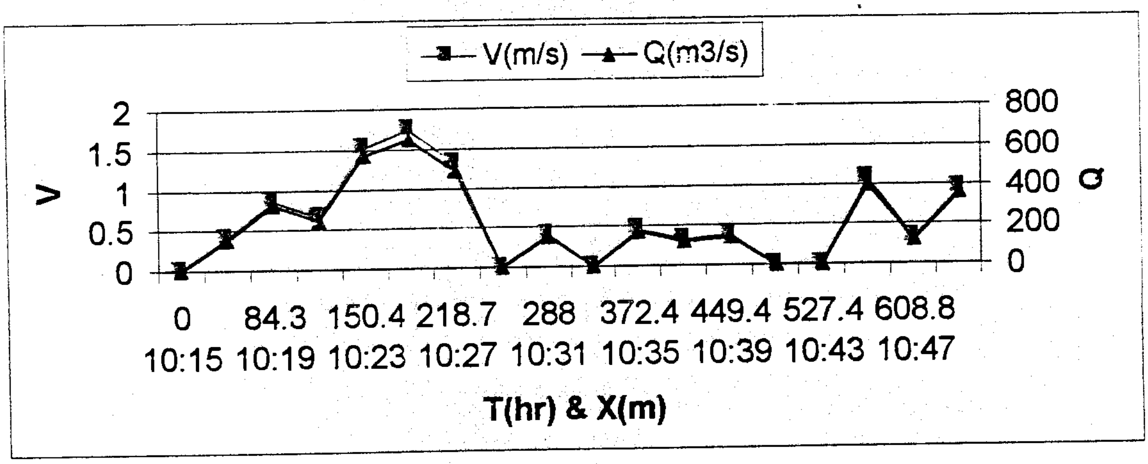


شكل (٤-١٠٣) يوضح توزيع ثاني أكسيد الكبريت وسرعات الهواء على طول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت.

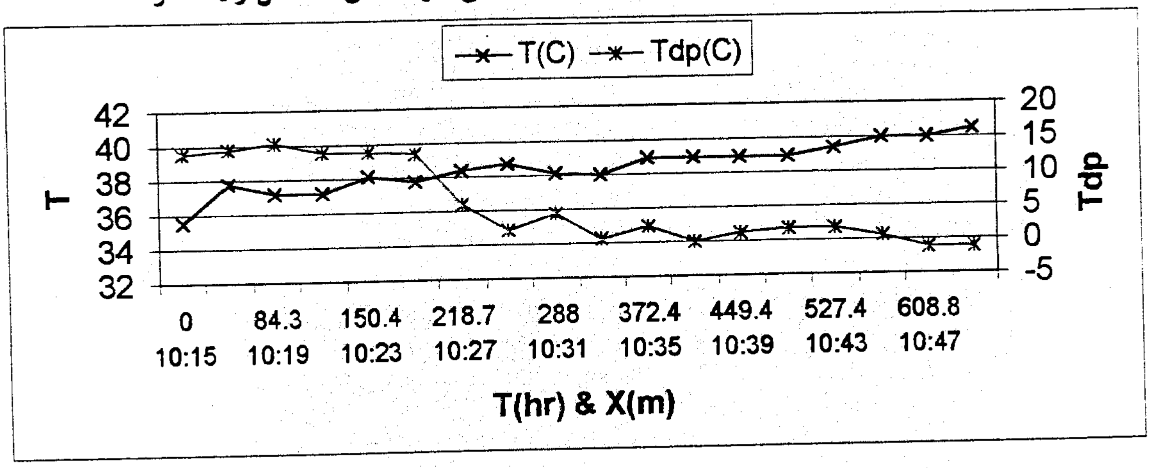


شكل (٤-١٠٤) يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

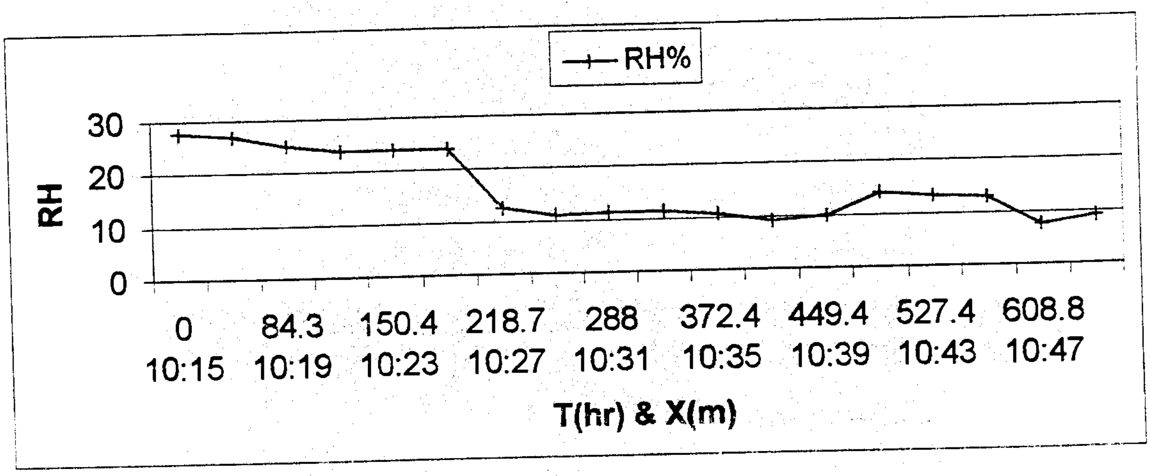
*القياسات بنفق السوق الصغير (١٣/١٢/١٤٢٠هـ) المسار من إبراهيم الخليل -أجياد-السد.



شكل (٤-١٠٥) يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

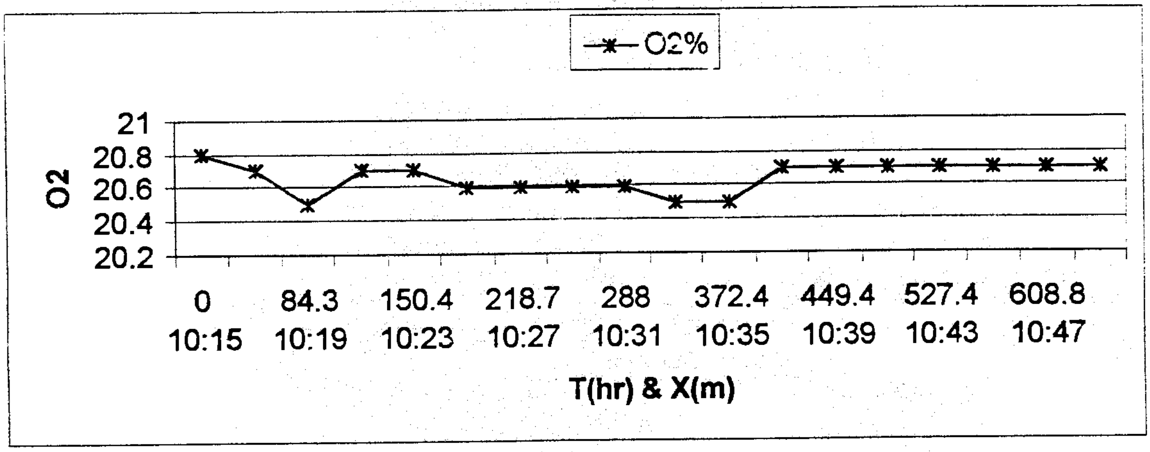


شكل (٤-١٠٦) يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

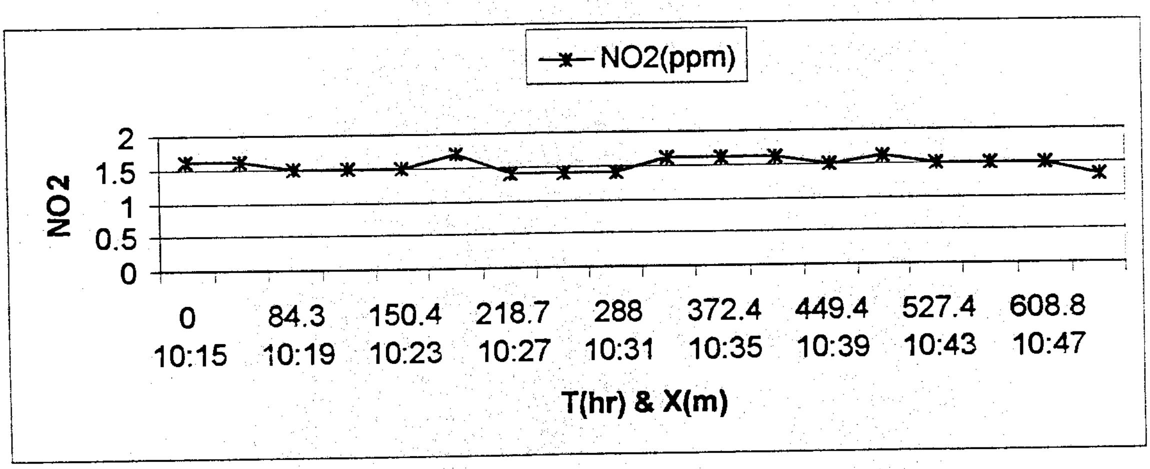


شكل (٤-١٠٧) يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

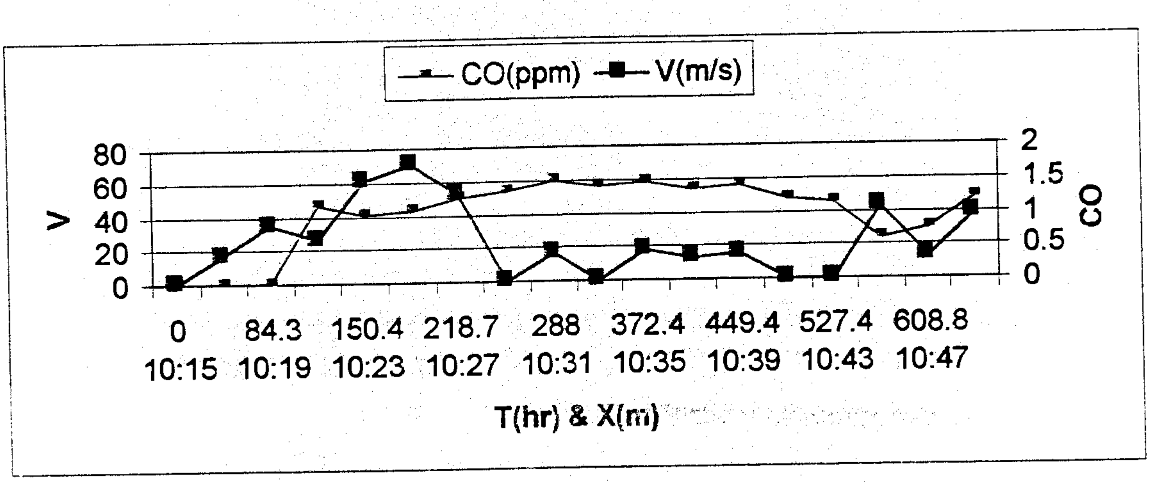
*القياسات بنفق السوق الصغير (١٧/٢/١٤٢١هـ) المسارمن السد-أجياد-إبراهيم الخليل .



شكل (٤-١٠٨) يوضح توزيع نسبة الاكسجين على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

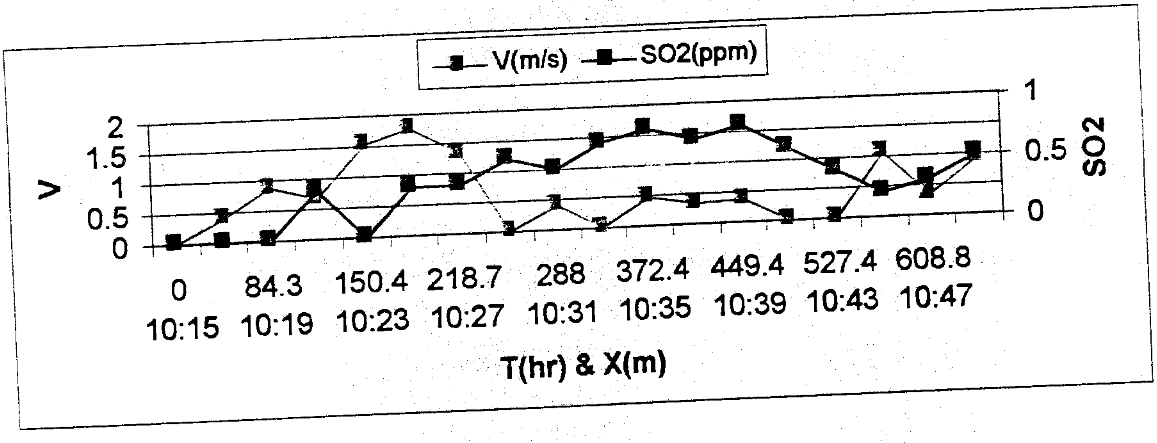


شكل (٤-١٠٩) يوضح توزيع ثاني اكسيد النتروجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

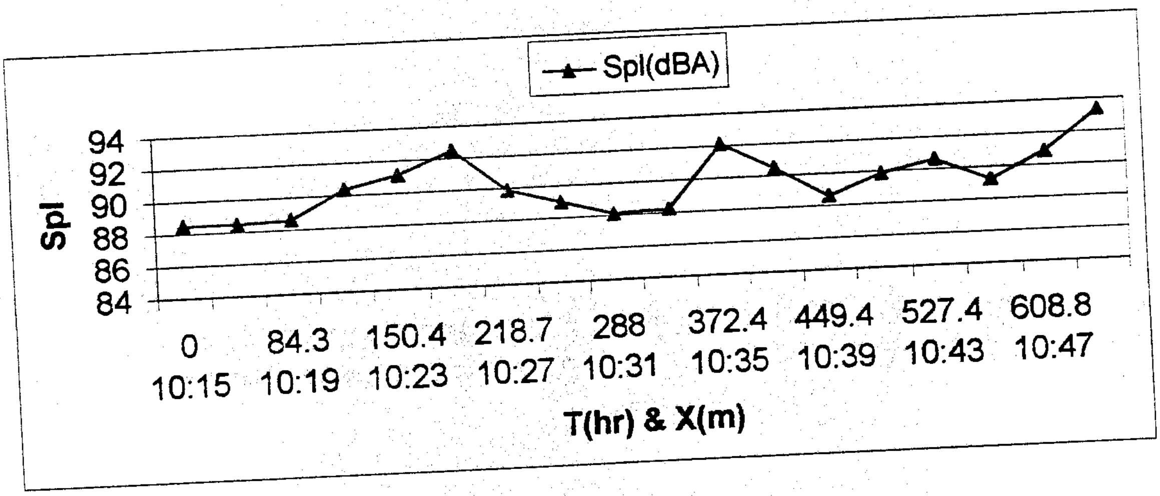


شكل (٤-١١٠) يوضح توزيع أول اكسيد الكربون و سرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

*القياسات بنفق السوق الصغير (١٤٢١/٢/١٧هـ) المسارمن السد-أجياد-إبراهيم الخليل .

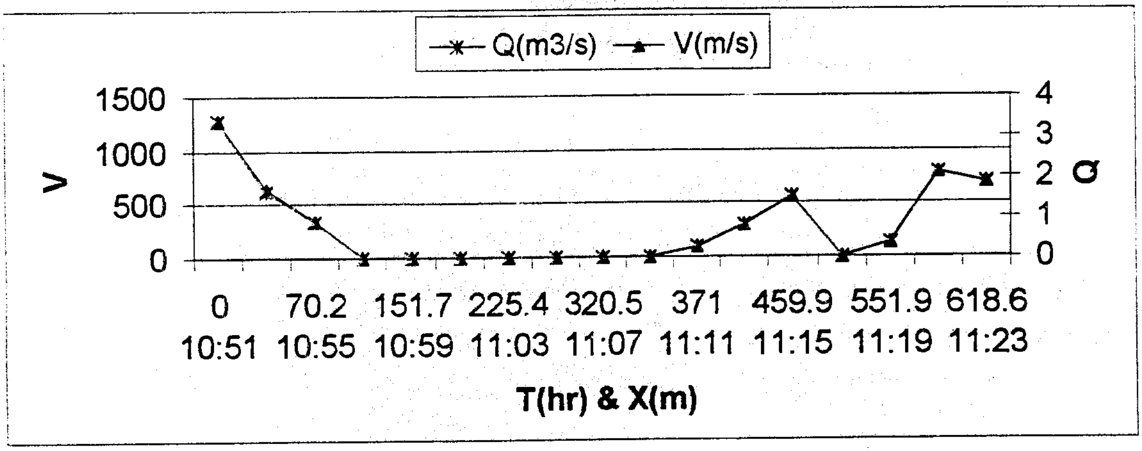


شكل (٤-١١١) يوضح توزيع ثاني أكسيد الكبريت وسرعات الهواء على طول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت.

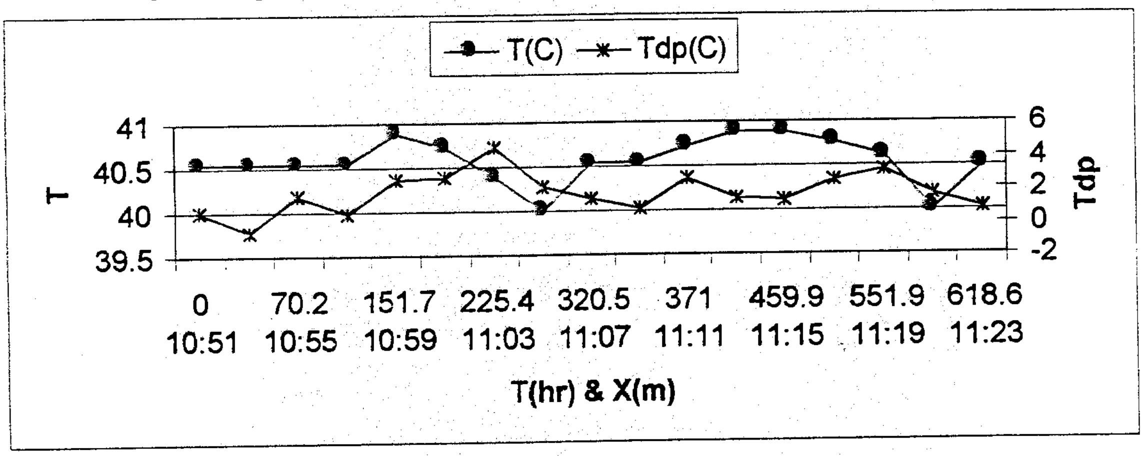


شكل (٤-١١٢) يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

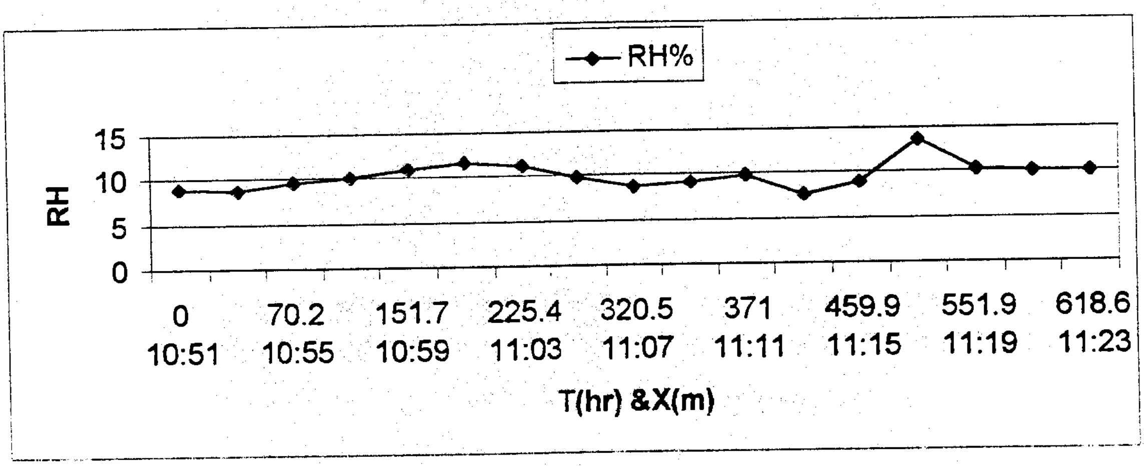
*القياسات بنفق السوق الصغير (١٤٢١/٢/١٧هـ) المسارمن السد-أجياد-إبراهيم الخليل .



شكل (٤-١١٣) يوضح توزيع سرعة الهواء ومعدل تصرفه على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

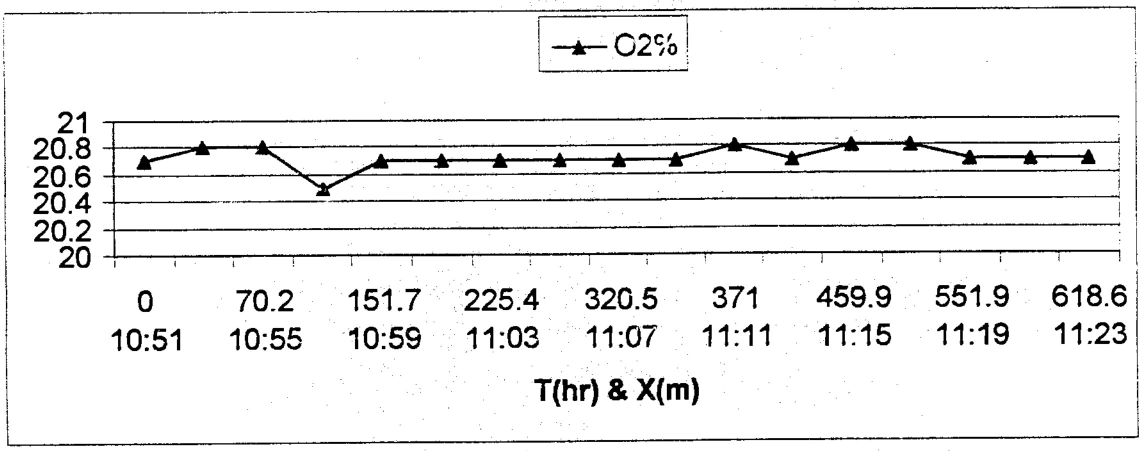


شكل (٤-١١٤) يوضح توزيع درجات حرارة الهواء ودرجة حرارة الندى على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

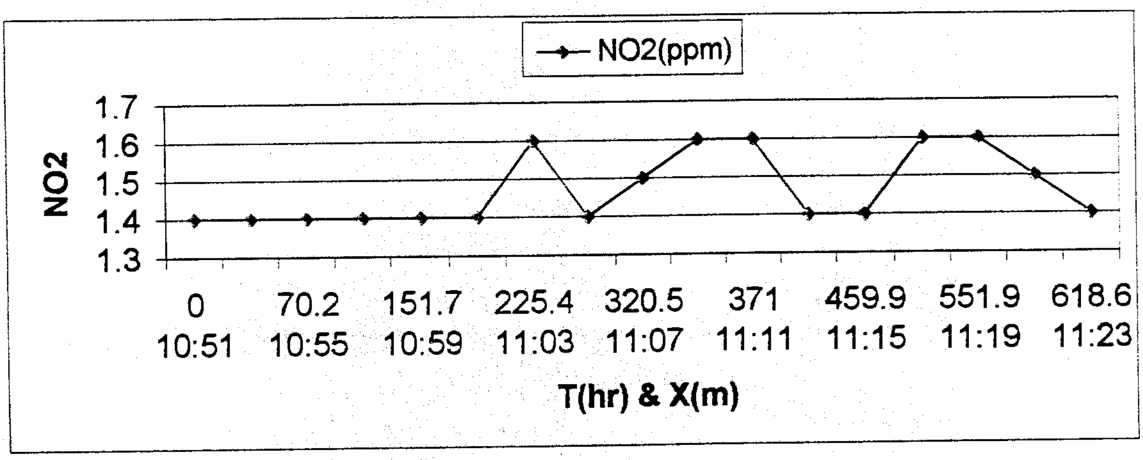


شكل (٤-١١٥) يوضح توزيع الرطوبة النسبية على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

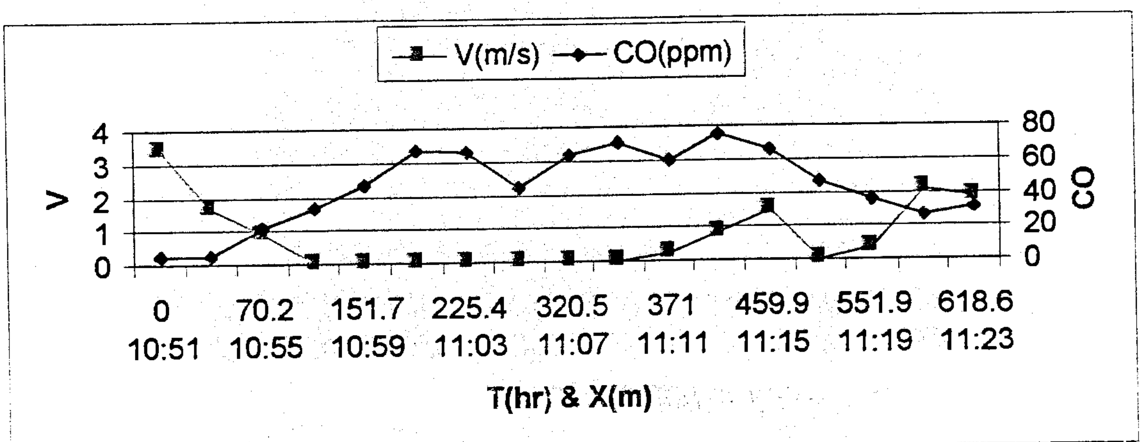
*القياسات بنفق السوق الصغير (١٤٢١/٢/١٧هـ) المسارمن إبراهيم الخليل -أجياد-السد.



شكل (٤-١١٦) يوضح توزيع نسبة الاكسجين على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

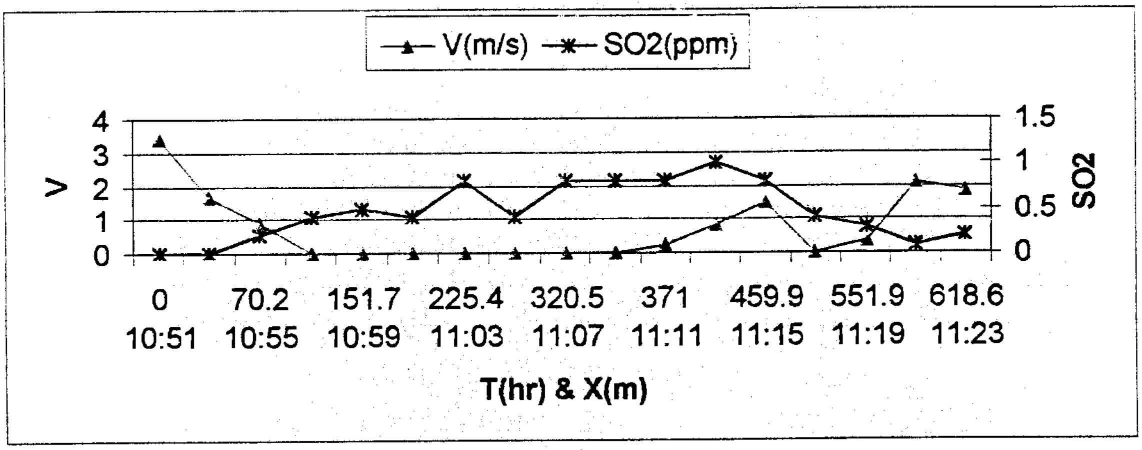


شكل (٤-١١٧) يوضح توزيع ثاني اكسيد النتروجين NO2 على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

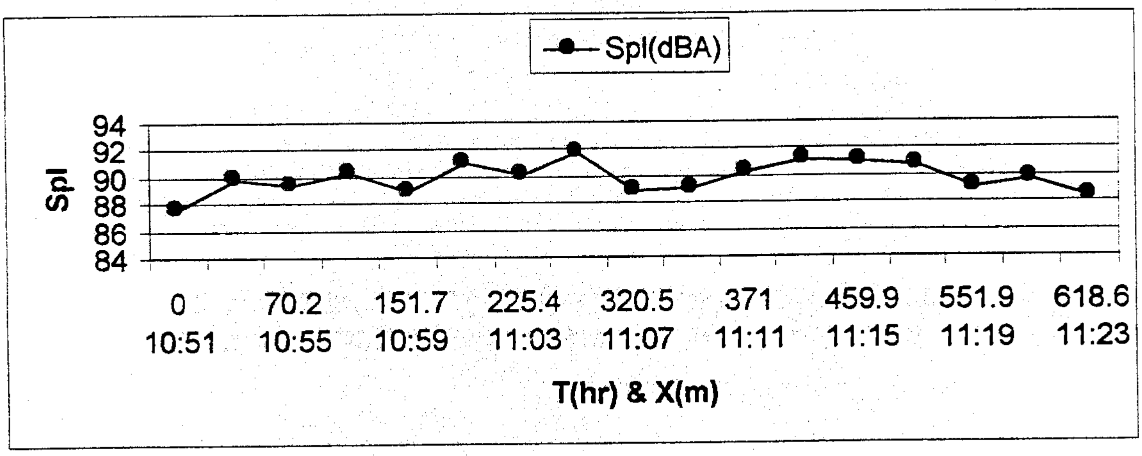


شكل (٤-١١٨) يوضح توزيع أول أكسيد الكربون و سرعة الهواء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

*القياسات بنفق السوق الصغير (١٤٢١/٢/١٧هـ) المسار من: إبراهيم الخليل -أجياد-المسد.



شكل (٤-١١٩) يوضح توزيع ثاني أكسيد الكبريت وسرعات الهواء على طول النفق من الداخل وأيضا مع الوقت.



شكل (٤-١٢٠) يوضح توزيع شدة الضوضاء على طول النفق بالداخل وأيضاً الوقت.

*القياسات بنفق السوق الصغير (١٤٢١/٢/١٧هـ) المسار من إبراهيم الخليل -أجياد-السد.

الباب الخامس

التوصيات

من تحليل النتائج التي تم الحصول عليها من الدراسة الميدانية في نفق الملك خالد ونفق السوق الصغير يوصي بالآتي :-

١- تحسين نظام التهوية في النفاق وذلك بإضافة صف ثالث من المراوح Jet fans توضع في سقف النفق ويراعى فيها معدل انسحاب الهواء ومستوى الضوضاء والمسافة بين كل من مروحة وأخرى ، وزيادة مناطق ضخ الهواء النقي داخل النفق وعمل صيانة لمناطق ضخ الهواء النقي داخل النفق بصفة دورية .

٢- تركيب أجهزة بصفة مستمرة في الأنفاق للتحكم في حركة المرور (المركبات) وحل مشكلة دوران السيارات داخل النفق لما يترتب عليها وقوفها لفترات طويلة .

٣- منع السيارات الصغيرة داخل النفق منعاً باتاً

٤- إلزام السيارات والحافلات باستخدام البترين الخالي من الرصاص وذلك لخفض مستوى ثاني أكسيد الكبريت وتقليل الانبعاثات في الأنفاق وفي الطرق ، وتركيب مرشحات على مواسير عادم المركبات وضبط عمليات الحريق في الحافلات قبل الاشتراك في موسمي الحج ورمضان ويكون هذا ملزماً .

٥- إخضاع المركبات المشتركة في موسم الحج ورمضان ال نظام دقيق يحد نوع المركبة ، وحالتها ونوع الوقود المستخدم وعدد ركابها قبل التصريح لها بالمشاركة في موسمي الحج ورمضان .

٦- تركيب أجهزة قياس للملوثات داخل الأنفاق لقياس أول أكسيد الكربون CO وثاني أكسيد الكبريت SO2 وأكسيد النيتروجين NO2 وحجم المرور لتساعد في تنظيم حركة المرور لعمل علاقة بين حجم المرور ونوعية الهواء .

٧- منع الافتراش بصورة قطعية داخل النفق لما يترتب عليه من خطورة بالغة على المفترشين ومنع المفترشين من استخدام فتحات التهوية العلوية للنفق للسكن حيث يمنعون تدفق الهواء النقي إلى داخل النفق .

٨- تقليل فترة بقاء أفراد الشرطة والمرور داخل النفق واستبدالهم بصفة مستمرة.

٩- إجراء فحوصات طبية دورية للأفراد العاملين داخل النفق.

References: **المراجع :**

1- Cadler, K.L., (A climatological model for multiple source urban Air panel on Air pollution,) 2nd meeting of the Expent the Modern society, paris, France, 33p.July 1971.

2- EL-Kotb, M.M., and Borman, G. (Air pollution from motor vehices in the city of cairo) , 2nd progressive report prepaved from FRCu, Supreme council of university, Cairo, 1984.

3- EL-Kotob, M.M., and Borman, G. (Air pollution from Motor vehicless in the city of cairo) 1st Annual report prepaved from FRCu, Supreme council of university, Cairo, 1984.

4- Hindo, W.T., Atmospheric Environment, $, 107, 1970.

5- Sklarew, R.C., Turner, D.D., and Zimmerman, J.R. (Modelling afair pollution near Rodways), Conference Pro., VDI. Kommission Reinhaltung derluft, Dusseldorf, Germany, 1972.

6- M.A. Shahien, and J.P. Gore (Combustion and Emissions Engineering Resarch Bulletin, Faculty of Eng. And Tech, Mataria Helwan University vol. 2, pp 98-119, April, 1994.